

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) Nº de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 776 440

(21) Nº d'enregistrement national : 99 03310

(51) Int Cl<sup>6</sup> : H 04 B 10/08, H 04 B 10/16

F 102517 EP  
(3)

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 17.03.99.

(30) Priorité : 17.03.98 JP 06662298; 10.07.98 JP 19603398.

(71) Demandeur(s) : NEC CORPORATION — JP.

(72) Inventeur(s) : YONEYAMA KENICHI.

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 24.09.99 Bulletin 99/38.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : SOCIETE DE PROTECTION DES INVENTIONS.

(54) CIRCUIT DE DERIVATION OPTIQUE DE SIGNAL DE SUPERVISION, REPETEUR D'AMPLIFICATION OPTIQUE ET SYSTEME DE SUPERVISION.

(57) Circuit de dérivation de lumière de signal de supervision, comprenant: un premier coupleur optique 2 x 2 prévu sur une première ligne de transmission optique; un deuxième coupleur optique 2 x 2 prévu sur une deuxième ligne de transmission optique à travers laquelle la lumière de signal circule dans la direction opposée à la première ligne de transmission optique; une troisième ligne de transmission optique reliée à un port de sortie du premier coupleur optique et à un port de sortie du deuxième coupleur optique; un premier élément de réflexion qui est prévu à un autre port de sortie du premier coupleur optique et à une première longueur d'onde de réflexion; et un deuxième élément de réflexion qui est prévu à un autre port de sortie du deuxième coupleur optique et à une deuxième longueur d'onde de réflexion.

FR 2 776 440 - A1



CIRCUIT DE DERIVATION OPTIQUE DE SIGNAL DE SUPERVISION,  
REPETEUR D'AMPLIFICATION OPTIQUE ET SYSTEME DE  
SUPERVISION

DOMAINE DE L'INVENTION

La présente invention concerne un circuit de dérivation optique de signal de supervision pour renvoyer la lumière de signal de supervision transmise à partir d'un système de central final vers ce même système, un répéteur d'amplification optique, un système de supervision pour surveiller un système optique de répétition/ transmission.

10 CONTEXTE DE L'INVENTION

Dans un système de transmission optique, de façon à garantir la propagation précise de la lumière de signal, il est nécessaire de superviser son répéteur d'amplification optique ainsi que la ligne de transmission par une lumière de signal de supervision. Des répéteurs d'amplification optique conventionnels, pouvant être supervisés par une lumière de signal de supervision, sont expliqués ci-dessous.

La figure 1 montre un premier exemple de répéteurs 20 d'amplification optique conventionnels, qui est présenté dans la demande de brevet japonais n° 6 204 949 (1994), pouvant être supervisés par la lumière de signal de supervision provenant d'un système de central final. La figure 2 montre l'opération de 25 transfert de la lumière de signal de supervision dans le répéteur d'amplification optique sur la figure 1.

Dans le répéteur d'amplification optique 1, un amplificateur optique 2a et un coupleur optique 2 x 2

3a, ce qui signifie un coupleur optique à deux entrées et deux sorties, sont disposés depuis le côté entrée vers le côté sortie d'une ligne de transmission à fibre optique 9a. De plus, un amplificateur optique 2b et un coupleur optique 2 x 2 3b sont disposés depuis le côté entrée vers le côté sortie d'une ligne de transmission à fibre optique montante 9b. En outre, des atténuateurs optiques montant et descendant 4a, 4b sont disposés, en boucle, entre les coupleurs optiques 3a et 3b.

Dans cette configuration, un cas, dans lequel la lumière de signal principal avec 4 longueurs d'onde ( $\lambda_1$  à  $\lambda_4$ ) multiplexées et la lumière de signal de supervision avec une autre longueur d'onde ( $\lambda_{sv}$ ), comme montré par les spectres de la lumière de signal sur la figure 2 où l'axe vertical indique une intensité optique et l'axe horizontal indique une longueur d'onde optique, sont transmises depuis un système de central final (non représenté) jusqu'à la ligne de transmission à fibre optique montante 9a, est expliqué ci-dessous.

La lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision sont amplifiées par l'amplificateur optique 2a, et ensuite divisées par le coupleur optique 3a. Ensuite, la lumière de signal principal divisée  $\lambda_1$  à  $\lambda_4$  et la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv}$  sont atténuées par l'atténuateur 4a, couplées avec la lumière de signal transmise à travers la ligne de transmission à fibre optique descendante 9b par le coupleur optique 3b, revenant ensuite au système de central final qui a transmis la lumière de signal principal  $\lambda_1$  à  $\lambda_4$  et la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv}$ . Donc, le système de supervision de ligne de

transmission du système de central final peut surveiller le répéteur d'amplification optique 1.

La figure 3 montre un deuxième exemple de répéteurs d'amplification optique conventionnels, qui est 5 présenté dans la demande de brevet japonais n° 8 181 656 (1996), pouvant être supervisés par une lumière de signal de supervision provenant d'un système de central final. La figure 4 montre l'opération de transfert de la lumière de signal de supervision dans 10 le répéteur d'amplification optique sur la figure 3.

Dans le répéteur d'amplification optique 11, un amplificateur optique 12a et un coupleur optique 2 x 2 13a sont disposés depuis le côté entrée vers le côté sortie d'une ligne de transmission à fibre optique 15 montante 19a. De plus, un amplificateur optique 12b et un coupleur optique 2 x 2 13b sont disposés depuis le côté entrée vers le côté sortie d'une ligne de transmission à fibre optique montante 19b. En outre, des filtres passe-bande optiques montant et descendant 20 4a, 4b sont disposés, en boucle, entre les coupleurs optiques 3a et 3b.

Dans cette configuration, un cas, dans lequel la lumière de signal principal avec 4 longueurs d'onde ( $\lambda_1$  à  $\lambda_4$ ) multiplexées et la lumière de signal de 25 supervision avec une autre longueur d'onde ( $\lambda_{sv}$ ), comme montré par les spectres de la lumière de signal sur la figure 4 où l'axe vertical indique une intensité optique et l'axe horizontal indique une longueur d'onde optique, sont transmises depuis un système de central 30 final (non représenté) jusqu'à une ligne de transmission à fibre optique montante 19a, est expliqué ci-dessous.

La lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision sont amplifiées par l'amplificateur optique 12a, et ensuite divisées par le coupleur optique 13a. Ensuite, de la lumière de signal principal divisée  $\lambda_1$  à  $\lambda_4$  et de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv}$ , seule est transmise la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv}$  avec une permittivité montrée sur la figure 4 par le filtre passe-bande optique 14a, couplée avec la lumière de signal transmise à travers la ligne de transmission à fibre optique descendante 19b par le coupleur optique 13b, revenant ensuite au système de central final qui a transmis la lumière de signal principal  $\lambda_1$  à  $\lambda_4$  et la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv}$ . Donc, le système de supervision de ligne de transmission du système de central final peut surveiller le répéteur d'amplification optique 11.

Cependant, dans le premier répéteur d'amplification optique conventionnel montré sur la figure 1, puisque la lumière de signal principal doit être transférée sur la ligne opposée avec la lumière de signal de supervision, il existe un problème en ce que la lumière de signal principal de la ligne opposée détériore et réduit son niveau dû à l'interférence entre la lumière de signal principal à transférer et une autre lumière de signal principal à transmettre à travers la ligne opposée, et dû au mélange de la lumière de signal principal transférée. De plus, quand la perte du chemin de retour est définie pour être grande de façon à éviter cette détérioration de la lumière de signal principal, le niveau de la lumière de signal de supervision à renvoyer diminue. Dans ce cas, un circuit

de réception haute précision est nécessaire pour le système de supervision de ligne de transmission.

Par contre, dans le deuxième répéteur d'amplification optique conventionnel montré sur la figure 3, bien que la lumière de signal de supervision soit transférée sur la ligne opposée tout en étant extraite par le filtre optique, puisqu'il est difficile de réduire la bande passante du filtre optique, la lumière de signal principal adjacente à celle-ci peut s'échapper du filtre optique et est transférée sur la ligne opposée. Donc, il se pose un problème en ce que la lumière de signal principal de la ligne opposée se détériore et réduit son niveau dû à l'interférence entre la lumière de signal principal à transférer et une autre lumière de signal principal à transmettre à travers la ligne opposée, et dû au mélange de la lumière de signal principal transférée. De plus, quand la longueur d'onde de la lumière de signal de supervision se trouve éloignée de la lumière de signal principal de façon à éviter une telle détérioration de la lumière de signal principal, la bande de longueur d'onde d'amplification de l'amplificateur optique doit être élargie.

25 RÉSUMÉ DE L'INVENTION

Par conséquent, il est un objet de l'invention de prévoir un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision, un répéteur d'amplification optique, un système de supervision et un procédé de supervision pouvant transférer la lumière de signal de supervision sans affecter la lumière de signal principal qui se propage à travers une ligne de transmission à fibre optique.

Selon l'invention, un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision comprend :

un premier coupleur optique 2 x 2 prévu sur une première ligne de transmission à fibre optique;

5 un deuxième coupleur optique 2 x 2 prévu sur une deuxième ligne de transmission optique à travers laquelle la lumière de signal circule dans la direction opposée à la première ligne de transmission optique;

10 une troisième ligne de transmission optique reliée à un port de sortie du premier coupleur optique et à un port de sortie du deuxième coupleur optique;

des premiers moyens de réflexion qui sont prévus à un autre port de sortie du premier coupleur optique et ont une première longueur d'onde de réflexion; et

15 des deuxièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un autre port de sortie du deuxième coupleur optique et ont une deuxième longueur d'onde de réflexion.

Selon un autre aspect de l'invention, un répéteur d'amplification optique comprend :

20 un premier circuit de dérivation de lumière de signal de supervision qui comprend un premier coupleur optique 2 x 2 prévu sur une première ligne de transmission optique, un deuxième coupleur optique 2 x 2 prévu sur une deuxième ligne de transmission optique à travers laquelle la lumière de signal circule dans la direction opposée à la première ligne de transmission optique, des premiers moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie du premier coupleur optique et ont une première longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée, et des deuxièmes 25 moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie du deuxième coupleur optique et ont une deuxième 30

longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée;

un deuxième circuit de dérivation de lumière de signal de supervision qui comprend un troisième coupleur optique 2 x 2 prévu sur la première ligne de transmission optique, un quatrième coupleur optique 2 x 2 prévu sur la deuxième ligne de transmission optique, des troisièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie du troisième coupleur optique et ont une première longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée, et des quatrièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie du quatrième coupleur optique et ont une deuxième longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée;

des premier et deuxième amplificateurs optiques qui sont prévus insérés dans les première et deuxième lignes de transmission optique, respectivement, entre le premier circuit de dérivation de lumière de signal de supervision et le deuxième circuit de dérivation de lumière de signal de supervision;

des premiers moyens de connexion pour se connecter entre un port de sortie du premier coupleur optique et un port de sortie du deuxième ou quatrième coupleur optique; et

des deuxièmes moyens de connexion pour se connecter entre un port de sortie du troisième coupleur optique et un port de sortie du quatrième ou deuxième coupleur optique.

Selon un autre aspect de l'invention, il est prévu un système de supervision pour un système optique de transmission de répétition qui se compose d'un système de central final optique pour transmettre/ recevoir une

lumière de signal, d'une première ligne de transmission optique qui se connecte au système de central final optique, d'une deuxième ligne de transmission optique dont la lumière de signal est transmise dans la direction opposée à la première ligne de transmission optique, et d'au moins un répéteur d'amplification optique avec une paire d'amplificateurs optiques pour amplifier la lumière de signal à transmettre à travers les première et deuxième lignes de transmission optique, le répéteur d'amplification optique étant disposé sur les première et deuxième lignes de transmission optique, dans lequel :

le système de central final optique comprend un émetteur optique pour sortir une lumière de signal principal, un récepteur optique pour recevoir la lumière de signal de la deuxième ligne de transmission optique, un circuit de supervision de ligne de transmission pour transmettre/ recevoir la lumière de signal de supervision, des moyens de multiplexage optique pour multiplexer la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision et les envoyer à la première ligne de transmission optique, et des moyens de démultiplexage optique pour démultiplexer la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision reçues à partir de la deuxième ligne de transmission optique;

le répéteur d'amplification optique comprend un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision pour dériver une partie de la lumière de signal de supervision de la première ligne de transmission optique vers la deuxième ligne de transmission optique; et

le circuit de supervision de ligne de transmission du système de central final optique reçoit la lumière de signal de supervision renvoyée de la deuxième ligne de transmission optique à travers le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision du répéteur d'amplification optique, et surveille les première et deuxième lignes de transmission optique sur la base des informations d'intensité, d'amplitude, de phase, de fréquence ou de différence de temps entre la lumière de signal de supervision transmise à partir du système de central final optique et la lumière de signal de supervision reçue.

Selon un autre aspect de l'invention, un répéteur d'amplification optique pour recevoir la lumière de signal de supervision transmise à travers une première ligne de transmission à partir d'un système de central final et pour renvoyer la lumière de signal de supervision à travers une deuxième ligne de transmission opposée comprend :

des moyens pour amplifier la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision transmises à travers la première ligne de transmission à partir du système de central final;

des moyens pour diviser une partie de la lumière de signal principal et de la lumière de signal de supervision amplifiées par les moyens d'amplification;

des moyens pour atténuer la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision divisées par les moyens de division;

des moyens pour transmettre et diffuser seulement la lumière de signal principal atténuee par les moyens d'atténuation et pour réfléchir seulement la lumière de signal de supervision; et

des moyens pour coupler la lumière de signal de supervision réfléchie par les moyens de réflexion avec la deuxième ligne de transmission opposée à la première ligne de transmission et pour renvoyer la lumière de signal de supervision au système de central final.

Selon un autre aspect de l'invention, un répéteur d'amplification optique pour recevoir la lumière de signal de supervision transmise à travers une première ligne de transmission à partir d'un système de central final et pour renvoyer la lumière de signal de supervision à travers une deuxième ligne de transmission opposée à la première ligne de transmission comprend :

des premiers et deuxièmes moyens d'amplification pour amplifier la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision transmises à travers les première et deuxième lignes de transmission à partir du système de central final;

des premiers et deuxièmes moyens de division/ couplage pour diviser/ coupler la lumière de signal, les premiers et deuxièmes moyens de division/ couplage étant les première et deuxième lignes de transmission;

des première et deuxième lignes de lumière de signal se connectant entre les premiers et deuxièmes moyens de division/ couplage; et

des moyens de transmission et de réflexion pour transmettre la lumière de signal principal et pour réfléchir la lumière de signal de supervision, les moyens de transmission et de réflexion étant prévus sur la première ligne de lumière de signal.

Selon un autre aspect de l'invention, un procédé de supervision pour transmettre la lumière de signal de supervision à partir d'un système de central final à

travers une première ligne de transmission à un répéteur d'amplification optique et pour surveiller le répéteur d'amplification optique sur la base de la lumière de signal de supervision renvoyée au système de central final à travers une deuxième ligne de transmission opposée à la première ligne de transmission comprend les étapes consistant à :

5        multiplexer la lumière de signal de supervision modulée par une modulation quelconque parmi la modulation d'intensité optique, la modulation de fréquence optique et la modulation de phase optique avec la lumière de signal principal transmise à la première ligne de transmission;

10      transmettre la lumière de signal de supervision et la lumière de signal principal multiplexées au répéteur d'amplification optique à travers la première ligne de transmission ;

15      extraire seulement la lumière de signal de supervision par le répéteur d'amplification optique et multiplexer la lumière de signal de supervision avec la lumière de signal principal qui se propage à travers la deuxième ligne de transmission;

20      démultiplexer la lumière de signal de supervision et la lumière de signal principal transmises à travers la deuxième ligne de transmission; et

25      surveiller le répéteur d'amplification optique sur la base des informations d'intensité, d'amplitude, de phase, de fréquence ou de différence de temps de la lumière de signal de supervision divisée.

30

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

L'invention sera expliquée plus en détail en conjonction avec les dessins ci-joints, ou :

la figure 1 est un schéma de connexions montrant le répéteur d'amplification optique conventionnel pouvant être surveillé à l'aide de la lumière de signal de supervision provenant d'un système de central final;

5 la figure 2 est une représentation montrant le chemin de la lumière de signal de supervision dans le répéteur d'amplification optique de la figure 1;

10 la figure 3 est un schéma de connexions montrant l'autre répéteur d'amplification optique conventionnel pouvant être surveillé à l'aide de la lumière de signal de supervision provenant d'un système de central final;

la figure 4 est une représentation montrant le chemin de la lumière de signal de supervision dans le répéteur d'amplification optique de la figure 3;

15 les figures 5A à 5D sont des schémas de connexions montrant des exemples du circuit de dérivation de lumière de signal de supervision selon l'invention;

20 les figures 6A à 6D sont des représentations montrant le chemin de la lumière de signal de supervision dans les circuits de dérivation de lumière de signal de supervision des figures 5A à 5D;

25 la figure 7 est un schéma de connexions montrant la configuration de base d'un répéteur d'amplification optique dans un premier mode de réalisation préféré dans lequel des circuits de dérivation de lumière de signal de supervision selon l'invention sont prévus;

la figure 8 est un schéma de connexions montrant un système de transmission par fibre optique dans un mode de réalisation préféré selon l'invention;

30 la figure 9 est une représentation montrant le chemin de la première lumière de signal de supervision dans un répéteur d'amplification optique du système de transmission par fibre optique de la figure 8;

la figure 10 est une représentation montrant le chemin de la deuxième lumière de signal de supervision dans un répéteur d'amplification optique du système de transmission par fibre optique de la figure 8;

5 la figure 11A est un schéma de connexions montrant le flux de lumière de signal de supervision à travers les répéteurs d'amplification optique dans le premier mode de réalisation;

10 les figures 11B et 11C sont des schémas de formes d'ondes montrant le résultat de surveillance du système de transmission par fibre optique quand les chemins montrés sur les figures 9 et 10 sont utilisés;

15 la figure 12 est un schéma de connexions montrant un répéteur d'amplification optique dans un deuxième mode de réalisation préféré dans lequel des circuits de dérivation de lumière de signal de supervision selon l'invention sont prévus;

20 la figure 13 est une représentation montrant le chemin de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  dans le répéteur d'amplification optique de la figure 12;

la figure 14 est une représentation montrant le chemin de la lumière de signal de supervision dans la surveillance d'un circuit de dérivation optique dans le répéteur d'amplification optique de la figure 12;

25 la figure 15A est un schéma de connexions montrant le flux de lumière de signal de supervision à travers les répéteurs d'amplification optique dans le deuxième mode de réalisation;

30 les figures 15B et 15C sont des schémas de formes d'ondes montrant le résultat de surveillance d'un système de transmission par fibre optique quand les chemins montrés sur les figures 13 et 14 sont utilisés;

la figure 16 est un schéma de connexions montrant un répéteur d'amplification optique dans un troisième mode de réalisation préféré selon l'invention;

5 la figure 17 est un schéma de connexions montrant un répéteur d'amplification optique dans un quatrième mode de réalisation préféré selon l'invention;

10 la figure 18 est une représentation montrant l'opération de transfert de lumière de signal de supervision dans le répéteur d'amplification optique de la figure 17;

15 la figure 19 est un schéma de connexions montrant un système de transmission optique dans lequel le répéteur d'amplification optique de la figure 17 est installé;

20 la figure 20 est un schéma de connexions montrant un répéteur d'amplification optique dans un cinquième mode de réalisation préféré selon l'invention;

25 la figure 21 est un schéma de connexions montrant un répéteur d'amplification optique dans un sixième mode de réalisation préféré selon l'invention.

#### DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS

Les modes de réalisation préférés de l'invention seront expliqués ci-dessous, en se référant aux 25 dessins.

Les figures 5A à 5D montrent des exemples du circuit de dérivation de lumière de signal de supervision selon l'invention. Les figures 5A à 5D montrent quatre formes de circuits de dérivation de 30 lumière de signal de supervision. Les circuits de dérivation de lumière de signal de supervision se composent chacun de deux coupleurs optique 2 x 2 et de deux sélecteurs de mode à fibre optique. Sur les

figures 5A à 5D, "HAUT" indique une ligne montante et "BAS" indique une ligne descendante. De plus, "ENTREE" indique une entrée et "SORTIE" indique une sortie. La figure 5A montre un circuit dans lequel la lumière rétrodiffusée de l'entrée de lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$  provenant d'une ligne de transmission à fibre optique montante 21a peut être dérivée, la figure 5B montre un circuit dans lequel la lumière rétrodiffusée à partir d'une ligne de transmission à fibre optique montante 21b peut être dérivée, et les figures 5C et 5D montrent des circuits dans lesquels seule la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  à transmettre à partir d'un système de central final optique peut être dérivée. Ici, et la lumière de signal de supervision est modulée par un moyen quelconque de modulation d'impulsion optique, de modulation d'intensité optique, de modulation de fréquence optique et de modulation de phase optique.

Le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 20A sur la figure 5A est prévu avec un coupleur optique 22A sur la ligne de transmission à fibre optique montante 21a et un coupleur optique 22b sur la ligne de transmission à fibre optique descendante 21b. Entre l'extrémité côté entrée du coupleur optique 22a et l'extrémité côté sortie du coupleur optique 22b, une fibre optique 23 est connectée comme troisième ligne de transmission optique. Un sélecteur de mode à fibre optique 24a est connecté à l'extrémité côté sortie du coupleur optique 22a, et un sélecteur de mode à fibre optique 24b est connecté à l'extrémité côté entrée du coupleur optique 22b. Ici, la longueur d'onde de réflexion du sélecteur de mode à fibre optique 24a est définie pour

correspondre à la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ , et la longueur d'onde de réflexion du sélecteur de mode à fibre optique 24b est définie pour correspondre à la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$ . Ainsi, les 5 sélecteurs de mode à fibre optique 24a, 24b ne peuvent pas réfléchir la lumière de signal avec une longueur d'onde autre que les longueurs d'onde prédéfinies.

Un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 20B sur la figure 5B a une configuration telle que la fibre optique 23 et les sélecteurs de mode à fibre optique 24a, 24b sur la figure 5A sont disposés de façon mutuellement inversée. De plus, dans cette configuration, la longueur d'onde de réflexion du sélecteur de mode à fibre optique 24a est définie pour 10 correspondre à la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ , et la longueur d'onde de réflexion du sélecteur de mode à fibre optique 24b est définie pour correspondre à la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$ . 15

Un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 20C sur la figure 5C a une configuration telle que, bien que les lignes de transmission à fibre optique montante et descendante 21a, 21b et les coupleurs optiques 22a, 22b soient disposés de la même manière, le sélecteur de mode à fibre optique 24a est 20 connecté à l'extrémité côté entrée du coupleur optique 22b, le sélecteur de mode à fibre optique 24b est connecté à l'extrémité côté entrée du coupleur optique 22a, et la fibre optique 23 est connectée entre les 25 extrémités côté sortie des coupleurs optiques 22a, 22b.

Un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 20D sur la figure 5D a une configuration telle que la fibre optique 23 et les sélecteurs de mode 30

à fibre optique 24a, 24b sur la figure 5C sont disposés de façon mutuellement inversée.

Les figures 6A à 6D montrent les chemins de la lumière de signal de supervision dans les circuits de dérivation de lumière de signal de supervision 20A à 20D, chacun composé comme montré sur les figures 5A à 5D. Pour le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 20A sur la figure 5A, quand la lumière de signal principal  $\lambda_1$  à  $\lambda_4$  et la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  sont transmises à partir d'un système de central final (non représenté) à la ligne de transmission à fibre optique montante 21a, la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  est divisée par le coupleur optique 22a, fournie au sélecteur de mode à fibre optique 24a et réfléchie par celui-ci, fournie à la ligne de transmission à fibre optique descendante 21b à travers la fibre optique 23, transmise à travers la ligne de transmission à fibre optique descendante 21b au côté entrée de la ligne de transmission à fibre optique 21b. La lumière rétrodiffusée à générer quand la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  se propage à travers la ligne de transmission à fibre optique 21b revient au système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ .

De plus, la lumière rétrodiffusée de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$  transmise à partir du système de central final (à générer quand la lumière de signal de supervision se propage à travers la ligne de transmission à fibre optique) passe par le coupleur optique 22a, diffusée dans la ligne de transmission à fibre optique montante 21a et revenant, divisée par le coupleur optique 22a, fournie au sélecteur de mode à

fibre optique 24b à travers la fibre optique 23 et réfléchie par celui-ci, transmise à travers la ligne de transmission à fibre optique descendante 21b, revenant au système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$ . Ainsi, le système de supervision de ligne de transmission du système de central final peut surveiller le circuit de dérivation optique. De plus, il n'affecte pas la lumière de signal principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique.

Pour le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 20B sur la figure 5B, quand la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  sont transmises à partir d'un système de central final (non représenté) à la ligne de transmission à fibre optique montante 21a, la lumière rétrodiffusée, qui est générée par la diffusion de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  pour passer par le coupleur optique 22a et s'étendre ensuite en aval, revient sur la ligne de transmission à fibre optique 21a, en passant dans l'ordre par le coupleur optique 22a, le sélecteur de mode à fibre optique 24a, la fibre optique 23, le coupleur optique 22b et la ligne de transmission à fibre optique descendante 21b, revenant ensuite au système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ . De plus, la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$  est divisée par le coupleur optique 22a, passant par la fibre optique 23, le coupleur optique 22b, le sélecteur de mode à fibre optique 24b, le coupleur optique 22b, la ligne de transmission à fibre optique 21b (direction inverse), (diffusion), et la ligne de transmission à fibre

optique 21b (direction avant), revenant au système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$ . Ainsi, le système de supervision de ligne de transmission du système de central final peut 5 surveiller le circuit de dérivation optique. De plus, il n'affecte pas la lumière de signal principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique.

Pour le circuit de dérivation de lumière de signal 10 de supervision 20C sur la figure 5C, quand la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  sont transmises à partir d'un système de central final (non représenté) à la ligne de transmission à fibre optique montante 21a, la lumière 15 de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  est divisée par le coupleur optique 22a, en passant dans l'ordre par la fibre optique 23, le coupleur optique 22b, le sélecteur de mode à fibre optique 24a, le coupleur optique 22b et la ligne de transmission à fibre optique descendante 20 21b (direction avant), revenant ensuite au système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ . Ainsi, le système de supervision de ligne de transmission du système de central final peut surveiller le circuit de dérivation optique. De plus, 25 il n'affecte pas la lumière de signal principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique.

Pour le circuit de dérivation de lumière de signal 30 de supervision 20D sur la figure 5D, quand la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  sont transmises à partir d'un système de central final (non représenté) à la ligne de

transmission à fibre optique montante 21a, la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  est divisée par le coupleur optique 22a, passant dans l'ordre par le sélecteur de mode à fibre optique 24a, le coupleur optique 22a, la fibre optique 23, le coupleur optique 22b et la ligne de transmission à fibre optique descendante 21b (direction avant), revenant ensuite au système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ . Ainsi, le système de supervision de ligne de transmission du système de central final peut surveiller le circuit de dérivation optique. De plus, il n'affecte pas la lumière de signal principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique.

Ensuite, un répéteur d'amplification optique selon l'invention composé à l'aide des circuits de dérivation de lumière de signal de supervision montrés sur les figures 5A et 5D sera expliqué.

La figure 7 montre la configuration de base d'un répéteur d'amplification optique dans laquelle que le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision de l'invention est installé. Le répéteur d'amplification optique 30 sur la figure 7 se compose du circuit de dérivation de lumière de signal de supervision composé comme montré sur la figure 5B, du circuit de dérivation de lumière de signal de supervision composé comme montré sur la figure 5A, et des amplificateurs optiques disposés sur les lignes de transmission à fibre optique montante et descendante.

Dans le répéteur d'amplification optique 30, des circuits de dérivation de lumière de signal de supervision 32, 33 sont disposés sur une ligne de transmission à fibre optique montante 31a et une ligne

de transmission à fibre optique descendante 31b, respectivement, et des amplificateurs optiques 34a, 34b sont disposés entre les circuits de dérivation de lumière de signal 32, 33. L'amplificateur optique 34a 5 est disposé sur la ligne de transmission à fibre optique montante 31a, et l'amplificateur optique 34b est disposé sur la ligne de transmission à fibre optique montante 31b.

Le circuit de dérivation de lumière de signal de 10 supervision 32 se compose d'un coupleur optique 2 x 2 32a sur la ligne de transmission à fibre optique montante 31a, d'un coupleur optique 2 x 2 32b sur la ligne de transmission à fibre optique montante 31b, d'une fibre optique 32c se connectant entre une 15 extrémité du coupleur optique 2 x 2 32a et une extrémité du coupleur optique 32b, d'un sélecteur de mode à fibre optique 32d connecté à une autre extrémité du coupleur optique 2 x 2 32a, d'un sélecteur de mode à fibre optique 32e connecté à une autre extrémité du 20 coupleur optique 2 x 2 32b, d'une charge adaptée 32f prévue à l'extrémité du sélecteur de mode à fibre optique 32d, et d'une charge adaptée 32g prévue à l'extrémité du sélecteur de mode à fibre optique 32e. Les charges adaptées respectives absorbent la lumière 25 de signal devant passer par le sélecteur de mode à fibre optique, empêchant ainsi la réflexion vers le côté du sélecteur de mode à fibre optique.

Le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 33 se compose d'un coupleur optique 2 x 2 33a sur la ligne de transmission à fibre optique montante 31a, d'un coupleur optique 2 x 2 33b sur la ligne de transmission à fibre optique montante 31b, d'une fibre optique 33c se connectant entre une

extrémité du coupleur optique 2 x 2 33a et une extrémité du coupleur optique 33b, d'un sélecteur de mode à fibre optique 33d connecté à une autre extrémité du coupleur optique 2 x 2 33a, d'un sélecteur de mode à fibre optique 33e connecté à une autre extrémité du coupleur optique 2 x 2 33b, d'une charge adaptée 33f prévue à l'extrémité du sélecteur de mode à fibre optique 33d, et d'une charge adaptée 33g prévue à l'extrémité du sélecteur de mode à fibre optique 33e.

10 Comme décrit sur les figures 6A et 6B, la lumière de signal de supervision est dérivée avant et après les amplificateurs optiques 34a, 34b, revenant ensuite au système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision. Donc, le système de supervision 15 de ligne de transmission du système de central final peut surveiller le circuit de dérivation optique. De plus, il n'affecte pas la lumière de signal principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique. De plus, aussi bien la lumière de signal principal que la lumière de signal de supervision 20 devant passer par les amplificateurs optiques 34a, 34b sont amplifiées par les amplificateurs optiques 34a, 34b. Ainsi, la fonction du répéteur d'amplification optique 30 peut ressortir.

25 De plus, le répéteur d'amplification optique 30 sur la figure 7 peut être utilisé comme un dispositif d'un système de transmission par fibre optique. Un système de transmission par fibre optique selon l'invention sera expliqué ci-dessous.

30 La figure 8 montre un système de transmission par fibre optique dans un premier mode de réalisation préféré de l'invention. Un système de transmission par fibre optique 40 sur la figure 8 se compose d'une paire

de lignes de transmission à fibre optique montante et descendante 41a, 41b, de systèmes de central final optique 42a, 42b connectés aux deux extrémités des lignes de transmission à fibre optique 41a, 41b, et de répéteurs d'amplification optique 30a, 30b. Les répéteurs d'amplification optique 30a, 30b ont la même configuration comme montrée sur la figure 7. Les lignes de transmission à fibre optique 41a, 41b et les répéteurs d'amplification optique 30a, 30b peuvent chacun transmettre aussi bien la lumière de signal principal que la lumière de signal de supervision avec différentes longueurs d'onde.

Les lignes de transmission à fibre optique 41a, 41b et les répéteurs d'amplification optique 30a, 30b sont chacun prévu avec un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision, par lequel seule la lumière de signal de supervision peut passer entre la ligne de transmission à fibre optique montante 41a et la ligne de transmission à fibre optique 41b.

Le système de central final optique 42a se compose d'un émetteur optique (OS) 43a, d'un récepteur optique (OR) 44a, de moyens de multiplexage optique 45a, de moyens de démultiplexage optique 46a, d'un circuit de supervision de ligne de transmission (MON) 47a, et d'un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 48a. De même, le système de central final optique 42b se compose d'un émetteur optique (OS) 43b, d'un récepteur optique (OR) 44b, de moyens de multiplexage optique 45b, de moyens de démultiplexage optique 46b, d'un circuit de supervision de ligne de transmission (MON) 47b, et d'un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 48b. Le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 48a

(48b) fournit la lumière de signal de supervision aux moyens de multiplexage optique 45a (45b), obtenant la lumière de signal de supervision des moyens de démultiplexage optique 46a (46b). Aux moyens de 5 multiplexage optique 45a (45b) sont connecté l'émetteur optique 43a (43b) et les circuits de supervision de ligne de transmission 47a (47b). Aux moyens de démultiplexage optique 46a (46b), sont connecté le récepteur optique 44a (44b) et le circuit de 10 supervision de ligne de transmission 47a (47b). En outre, aux moyens de multiplexage optique 45a (45b) et aux moyens de démultiplexage optique 46a (46b) est connecté le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 48a (48b). Au circuit de dérivation de 15 lumière de signal de supervision 48a (48b) sont connectées les lignes de transmission à fibre optique 41a, 41b.

La figure 9 montre le chemin de la lumière de signal de supervision avec une longueur d'onde  $\lambda_{sv1}$  dans 20 le répéteur d'amplification optique 30a du système de transmission par fibre optique 40 sur la figure 8. Notamment, elle montre l'opération de supervision quand la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  est transmise à partir du système de central final optique 42a à 25 travers la ligne de transmission à fibre optique 41a au répéteur d'amplification optique 30a. Un signal optique transmis sur la ligne de transmission à fibre optique 41a est amplifié de façon optique par l'amplificateur optique montant 34a du répéteur d'amplification optique 30a, ensuite sorti vers le côté du coupleur optique 33a sur la ligne de transmission à fibre optique 41a. La lumière rétrodiffusée du signal optique passant par le coupleur optique 33a revient de la ligne de

transmission à fibre optique 41a au répéteur d'amplification optique 30a, divisée par le coupleur optique 33a, dérivée vers la ligne de transmission à fibre optique descendante 41b. La lumière rétrodiffusée 5 dérivée vers la ligne descendante passe par le coupleur optique 33b, et seule la composante de longueur d'onde de la lumière de signal de supervision est réfléchie par le sélecteur de mode à fibre optique 33e, passant encore une fois par le coupleur optique 33b, couplé à 10 la ligne de transmission à fibre optique 41b. Ainsi, la lumière rétrodiffusée de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  provenant de la ligne de transmission à fibre optique montante 41a revient au système de central final optique 42a à travers la ligne de transmission à fibre optique 41b. Donc, le circuit de 15 supervision de ligne de transmission 47a peut surveiller le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 33.

La figure 10 montre le chemin de la lumière de 20 signal de supervision avec une longueur d'onde  $\lambda_{sv2}$  dans le répéteur d'amplification optique 30a du système de transmission par fibre optique 40 sur la figure 8. Notamment, elle montre l'opération de supervision quand 25 la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$  est transmise à partir du système de central final optique 42a à travers la ligne de transmission à fibre optique 41a au répéteur d'amplification optique 30a. La lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$  est générée par le circuit de supervision de ligne de transmission 47a, multiplexée 30 avec la lumière de signal principal par les moyens de multiplexage optique 45a du système de central final optique 42a, transmise à la ligne de transmission à fibre optique 41a. Un signal optique transmis sur la

ligne de transmission à fibre optique 41a est divisé par le coupleur optique 33a. Ensuite, seule la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  est réfléchie par le sélecteur de mode à fibre optique 33d (longueur d'onde de réflexion :  $\lambda_{sv_2}$ ), en repassant par le coupleur optique 33a, dérivée vers la ligne de transmission à fibre optique descendante 41b. La lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  dérivée est couplée à la ligne de transmission à fibre optique descendante 41b par le coupleur optique 33b, se propageant à travers celle-ci dans la direction inverse de la lumière de signal principal sur la ligne de transmission à fibre optique 41b. La lumière rétrodiffusée à générer quand la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  se propage à travers la ligne de transmission à fibre optique 41b est transmise au système de central final optique 42a, avec la lumière de signal principal sur la ligne de transmission à fibre optique 41b.

Dans cette configuration, la largeur de bande de la longueur d'onde de réflexion du sélecteur de mode à fibre optique peut être conçue pour être très étroite. Donc, la lumière de signal principal peut être supprimée suffisamment et donc seule la composante optique de la lumière de signal de supervision peut être couplée à la ligne de transmission à fibre optique descendante 41b, même quand l'intervalle de longueur d'onde entre la lumière de signal de supervision et la lumière de signal principal est réduite.

La lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  revenant à travers la ligne de transmission à fibre optique 41b est séparée de la lumière de signal principal par les moyens de démultiplexage optique 46a, ensuite entrée

dans le circuit de supervision de ligne de transmission 47a. Donc, le circuit de supervision de ligne de transmission 47a peut observer si l'état des répéteurs d'amplification optique 34a, 34b et des lignes de transmission à fibre optique 41a, 41b est normal ou non, sur la base des informations d'intensité, d'amplitude, de fréquence et de différence de temps entre la lumière de signal de supervision transmise et la lumière de signal de supervision reçue.

En général, le signal de modulation par impulsions optiques est utilisé pour observer la lumière rétrodiffusée à partir des lignes de transmission à fibre optique 41a, 41b. Un tel signal peut aussi être utilisé comme type de signal pour la lumière de signal de supervision dans cette invention. Bien que, comme type de modulation des impulsions optiques, le fait de faire varier l'intensité optique soit une approche conventionnelle, on peut utiliser un procédé de variation de fréquence optique et de détection cohérente.

Les figures 11A à 11C montrent le résultat de surveillance du système de transmission par fibre optique lors de la surveillance par les chemins montrés sur les figures 9 et 10. La figure 11A montre le flux de lumière de signal de supervision, où trois répéteurs d'amplification optique 30a, 30b et 30c sont disposés entre les systèmes de central final optique 42a et 42b. La figure 11B montre la variation dans le temps de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ , et la figure 11C montre la variation dans le temps de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$ . Comme il apparaît clairement sur les figures 11A à 11C, en utilisant deux lumières de signal de supervision avec différentes longueurs

d'onde  $\lambda_{sv1}$ ,  $\lambda_{sv2}$ , les deux lignes de transmission à fibre optique montante et descendante 41a, 41b peuvent être surveillées en même temps au niveau d'un système de central final optique.

5       Ensuite, un répéteur d'amplification optique dans le deuxième mode de réalisation préféré selon l'invention sera expliqué.

La figure 12 montre le répéteur d'amplification optique dans le deuxième mode de réalisation utilisant 10 un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision selon l'invention. Sur la figure 12, les mêmes pièces sont indiquées par les mêmes numéros de référence que ceux utilisés sur la figure 7 et les explications à ce sujet sont omises.

15     Dans un répéteur d'amplification optique 80 sur la figure 12, les extrémités respectives du coupleur optique 32a et du coupleur optique 33b sont connectées à travers une fibre optique 81 et les extrémités respectives du coupleur optique 32b et du coupleur optique 33a sont connectées à travers une fibre optique 82, composant ainsi les circuits de dérivation de lumière de signal de supervision 83, 84.

20     La figure 13 montre le chemin de la lumière de signal de supervision avec une longueur d'onde  $\lambda_{sv1}$  dans le répéteur d'amplification optique sur la figure 12.

25     La lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  transmise à partir du circuit de supervision de ligne de transmission 47a et la lumière de signal principal  $\lambda_1$  à  $\lambda_4$  transmise à partir de l'émetteur optique 43a sont 30 transmises à travers la ligne de transmission à fibre optique 41a, divisées par le coupleur optique 32a. La lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  divisée atteint le

coupleur optique 33b à travers la fibre optique 81, réfléchie par un sélecteur de mode à fibre optique 33e, passant par le coupleur optique 33b à la ligne de transmission à fibre optique 41b, amplifiée par 5 l'amplificateur optique 34b, revenant à travers le coupleur optique 32b du système de central final qui a transmis la lumière de signal de supervision. Ainsi, le circuit de supervision de ligne de transmission 47a peut surveiller le circuit de dérivation de lumière de 10 signal de supervision 83.

De plus, en surveillant avec la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ , la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  avec une intensité optique proportionnelle au niveau d'entrée optique en amont du répéteur 15 d'amplification optique 80 revient au système de central final optique 42a à travers la ligne de transmission à fibre optique 41b. Donc, en détectant l'intensité de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$  reçue par le circuit de supervision de ligne de 20 transmission 47a, on peut surveiller si le niveau d'entrée optique à destination de l'amplificateur optique descendant 34b est convenable ou non.

Bien que sur la figure 13, les circuits de dérivation de lumière de signal de supervision 32, 33 25 soient logés dans le répéteur d'amplification optique 81, ils peuvent être insérés dans les lignes de transmission à fibre optique montante et descendante 31a, 31b.

La figure 14 montre le chemin de la lumière de 30 signal de supervision lors de la surveillance du circuit de dérivation optique 84 du répéteur d'amplification optique 80 sur la figure 12.

La lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  transmise à partir du circuit de supervision de ligne de transmission 47a et la lumière de signal principal  $\lambda_1$  à  $\lambda_4$  transmises à partir de l'émetteur optique 43a sont 5 transmises à travers la ligne de transmission à fibre optique 41a, passant par le coupleur optique 32a et l'amplificateur optique 34a au coupleur optique 33b, divisées par le coupleur optique 33b. La lumière de signal principal est transmise de façon inaltérée au 10 système de central final optique 42b. La lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  divisée passe par le coupleur optique 33a, la fibre optique 82, le coupleur optique 32b et la ligne de transmission à fibre optique 41b au 15 système de central final optique 42a, revenant ainsi au circuit de supervision de ligne de transmission 47a. Donc, le circuit de supervision de ligne de transmission 47a peut surveiller le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 84.

De plus, en surveillant avec la lumière de signal 20 de supervision  $\lambda_{sv_2}$ , la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  avec une intensité optique proportionnelle au niveau d'entrée optique en amont du répéteur d'amplification optique 80 revient au système de central final optique 42a à travers la ligne de 25 transmission à fibre optique 41b. Donc, en détectant l'intensité de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv_2}$  reçue par le circuit de supervision de ligne de transmission 47a, on peut surveiller si le niveau de sortie optique de l'amplificateur optique montant 34a 30 est convenable ou non.

Comme le montrent les figures 13 et 14, le répéteur d'amplification optique 80 de l'invention peut modifier

le chemin à dériver vers le côté entrée ou le côté sortie, en modifiant la longueur d'onde de la lumière de signal de supervision. Donc, le niveau d'entrée optique ou le niveau de sortie optique du répéteur 5 d'amplification optique peut être surveillé séparément.

Les figures 15A à 15C montrent le résultat de surveillance du système de transmission par fibre optique lors de la surveillance par les chemins montrés sur les figures 13 et 14. La figure 15A montre le flux 10 de lumière de signal de supervision, où trois répéteurs d'amplification optique 30a, 30b et 30c sont disposés entre les systèmes de central final optique 42a et 42b. La figure 15B montre la variation dans le temps de la 15 lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv1}$ , et la figure 15C montre la variation dans le temps de la lumière de signal de supervision  $\lambda_{sv2}$ . Comme il apparaît clairement sur les figures 15A à 15C, en utilisant deux lumières de signal de supervision avec différentes longueurs d'onde  $\lambda_{sv1}$ ,  $\lambda_{sv2}$ , aussi bien le niveau d'entrée optique 20 que le niveau de sortie optique des répéteurs d'amplification optique montants peuvent être surveillés en même temps au niveau du système de central final optique.

La figure 16 montre un répéteur d'amplification 25 optique dans le troisième mode de réalisation préféré selon l'invention. Dans ce mode de réalisation, chacun des fibres optiques et des sélecteurs de mode à fibre optique des circuits de dérivation de lumière de signal de supervision 32, 33 dans le répéteur d'amplification 30 montré sur la figure 7 est prévu avec un atténuateur optique, composant ainsi un répéteur d'amplification optique 100. Dans le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 32, un

atténuateur optique 51a en série avec le sélecteur de mode à fibre optique 32d, un atténuateur optique 51b dans la fibre optique 32c, et un atténuateur optique 51c en série avec le sélecteur de mode à fibre optique 32e sont prévus. De plus, dans le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision 33, un atténuateur optique 52a en série avec le sélecteur de mode à fibre optique 33d, un atténuateur optique 52b dans la fibre optique 33c, et un atténuateur optique 52c en série avec le sélecteur de mode à fibre optique 33e sont prévus. Avec les atténuateurs optiques 51a à 51c et 52a à 52c, la quantité de perte peut être définie facilement et la quantité de dérivation de la lumière de signal de supervision peut être définie de façon arbitraire.

Pour les coupleurs optiques dans les modes de réalisation ci-dessus, un coupleur optique bien connu peut être utilisé.

En utilisant un sélecteur de mode à fibre optique pour les sélecteurs de mode optiques dans les modes de réalisation ci-dessus, un circuit de dérivation avec une faible perte et une haute fiabilité peut être configuré. De plus, pour le sélecteur de mode optique, un sélecteur de type guide d'ondes optique peut être utilisé.

La figure 17 montre un répéteur d'amplification optique qui peut être surveillé par la lumière de signal de supervision provenant d'un système de central final, dans le quatrième mode de réalisation préféré selon l'invention. La figure 18 montre l'opération de transfert de la lumière de signal de supervision dans le répéteur d'amplification optique.

Dans un répéteur d'amplification optique 121, un amplificateur optique 122a et un coupleur optique (2 x 2) 123a sont disposés dans la direction du côté entrée vers le côté sortie d'une ligne de transmission à fibre optique montante 129a, et un amplificateur optique 122b et un coupleur optique (2 x 2) 123b sont disposés dans la direction du côté entrée vers le côté sortie d'une ligne de transmission à fibre optique descendante 129b. En outre, à un port d'entrée/sortie 5 du coupleur optique 123a, 123b, un atténuateur optique montant/descendant 124a, 124b, un sélecteur de mode optique 125a, 125b, et une charge adaptée 126a, 126b 10 sont connectés en série.

En détaillant cette configuration davantage, le 15 port d'entrée de l'amplificateur optique 122a est utilisé comme le port d'entrée de la ligne de transmission à fibre optique montante 129a, et le port de sortie de l'amplificateur optique 122a est connecté à un port d'entrée du coupleur optique 123a. De plus, 20 un port de sortie du coupleur optique 123a est utilisé comme le port de sortie de la ligne de transmission à fibre optique montante 129a, et un autre port d'entrée/sortie du coupleur optique 123a est connecté au port d'entrée de l'atténuateur optique 124a. En 25 outre, le port de sortie de l'atténuateur optique 124a est connecté au port d'entrée du sélecteur de mode optique 125a, et le port de sortie du sélecteur de mode optique 125a est connecté à la charge adaptée 126a.

De même, le port d'entrée de l'amplificateur 30 optique 122b est utilisé comme le port d'entrée de la ligne de transmission à fibre optique descendante 129b, et le port de sortie de l'amplificateur optique 122b est connecté au port d'entrée du coupleur optique 123b.

De plus, un port de sortie du coupleur optique 123b est utilisé comme le port de sortie de la ligne de transmission à fibre optique descendante 129b, et un autre port d'entrée/sortie du coupleur optique 123b est connecté au port d'entrée de l'atténuateur optique 124b. En outre, le port de sortie de l'atténuateur optique 124b est connecté au port d'entrée du sélecteur de mode optique 125b, et le port de sortie du sélecteur de mode optique 125b est connecté à la charge adaptée 126b.

En outre, l'autre port d'entrée/sortie du coupleur optique 123a est connecté à l'autre port d'entrée/sortie du coupleur optique 123b.

Ici, les amplificateurs optiques 122a, 122b servent à amplifier, à un facteur d'amplitude donné, la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision à propager à travers les lignes de transmission à fibre optique montante et descendante 129a, 129b.

Les coupleurs optiques 123a, 123b servent à diviser/coupler une partie de la lumière de signal principal et de la lumière de signal de supervision à amplifier par les amplificateurs optiques 122a, 122b. Par exemple, il s'agit de coupleurs à fibre optique.

Les atténuateurs optiques 124a, 124b servent à atténuer, à un facteur d'atténuation donné, la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision à diviser par les coupleurs optiques 123a, 123b. Par exemple, ils sont en fibre optique dopée au métal dont le métal est dopé dans le noyau d'une fibre optique.

Les sélecteurs de mode optiques 125a, 125b servent à transmettre seulement la lumière de signal principal

avec une longueur d'onde prédéterminée de la lumière de signal principal et de la lumière de signal de supervision à atténuer par les atténuateurs optiques 124a, 124b pour la diffuser par les charges adaptées 5 126a, 126b, et la réfléchir sur la lumière de signal de supervision avec une longueur d'onde prédéterminée. Par exemple, il s'agit d'un sélecteur de mode à fibre optique ou d'un sélecteur de mode à guide d'onde optique.

10 Dans cette configuration, un cas dans lequel la lumière de signal principal avec quatre longueurs d'onde ( $\lambda_1$  à  $\lambda_4$ ) multiplexées et la lumière de signal de supervision avec une autre longueur d'onde ( $\lambda_{sv}$ ), comme montré par les spectres de lumière de signal sur la 15 figure 18, où l'axe vertical indique l'intensité optique et l'axe horizontal indique la longueur d'onde optique, sont transmises à partir d'un système de central final (non représenté) à une ligne de transmission à fibre optique montante 129a, est 20 expliqué ci-dessous.

La lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision sont amplifiées par l'amplificateur optique 122a, divisées par le coupleur optique 123a. Ensuite, la lumière de signal principal 25 et la lumière de signal de supervision divisées sont atténuées par l'atténuateur optique 124a, ensuite la lumière de signal principal se transmet à travers le sélecteur de mode optique 125a et est diffusée par la charge adaptée 126a, seule la lumière de signal de 30 supervision se réfléchit avec une réflectivité montrée sur la figure 18.

Ensuite, la lumière de signal de supervision réfléchie repasse par l'atténuateur optique 124a,

couplée avec la lumière de signal qui se propage à travers la ligne de transmission à fibre optique descendante 129b par le coupleur optique 123b, revenant au système de central final qui a transmis la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision.

Dans cette configuration, la largeur de bande de la longueur d'onde de réflexion des sélecteurs de mode optique 125a, 125b peut être conçue pour être très étroite. Donc, seule la lumière de signal principal peut être transmise et seule la lumière de signal de supervision peut être réfléchie, même quand l'intervalle de longueur d'onde entre la lumière de signal de supervision et la lumière de signal principal est réduite.

Ainsi, le circuit de supervision de ligne de transmission du système de central final peut prélever seulement la lumière de signal de supervision sans affecter la lumière de signal principal, et peut donc surveiller précisément le répéteur d'amplification optique 121.

De plus, le chemin optique qui se connecte entre les lignes de transmission à fibre optique montante et descendante 129a, 129b doit seulement consister en un chemin optique se connectant entre les coupleurs optiques 123a, 123b. Donc, le répéteur d'amplification optique 121 peut être composé simplement et peut être fabriqué facilement.

La figure 19 montre un système de transmission optique dans lequel est installé le répéteur d'amplification optique 121.

Dans un système de transmission optique 100, plusieurs émetteurs optiques 102, 112 dans des systèmes

de central final de transmission/ réception 101, 111 sont connectés aux coupleurs optiques 103, 113 et aux amplificateurs optiques 104, 114, et plusieurs récepteurs optiques 105, 115 sont connectés aux filtres passe-bande optiques 106, 116 aux coupleurs optiques 107, 117 et aux amplificateurs optiques 108, 118.

De plus, les amplificateurs optiques 104, 108 et les amplificateurs optiques 114, 118 sont connectés à travers deux lignes de transmission à fibre optique 109 et 119, respectivement. La multitude de répéteurs d'amplification optique 121 est disposée sur les lignes de transmission à fibre optique 109a, 119. En outre, les circuits de supervision de ligne de transmission 110, 120 sont chacun connecté aux extrémités de sortie des amplificateurs optiques 104, 114, 108 et 118.

Dans cette configuration, la lumière de signal principal avec différentes longueurs d'onde à transmettre depuis les émetteurs optiques 102, 112 des systèmes de central final de transmission/ réception à une extrémité 101, 111 est couplée par les coupleurs optiques 103, 113, amplifiée par les amplificateurs optiques 104, 114, envoyée à travers les lignes de transmission à fibre optique 109, 119 aux systèmes de central final de transmission/ réception de l'autre extrémité 111, 101.

Ensuite, la lumière de signal principal envoyée est amplifiée par les amplificateurs optiques 118, 108 des systèmes de central final de transmission/ réception de l'autre extrémité 111, 101, divisée par les coupleurs optiques 117, 107, sélectionnée par longueur d'onde par les filtres passe-bande 116, 106, reçue par les récepteurs optiques 115, 105.

Par contre, la lumière de signal de supervision à transmettre en superposant un signal de supervision par un système de modulation quelconque de modulation d'intensité optique, de modulation de fréquence optique et de modulation de phase optique aux circuits de supervision de ligne de transmission 110, 120 est couplée avec la lumière de signal principal par les coupleurs optiques 201, 202, envoyée aux lignes de transmission à fibre optique 109, 119.

Ensuite, comme écrit précédemment, par l'opération du répéteur d'amplification optique 121 sur les lignes de transmission, seule la lumière de signal de supervision est transférée sur les lignes de transmission à fibre optique de la ligne opposée 119, 109, en passant par les coupleurs optiques 203, 204, reçue par les circuits de supervision de ligne de transmission 120, 110.

Donc, les circuits de supervision de ligne de transmission 120, 110 peuvent surveiller si les répéteurs d'amplification optique respectifs 121 fonctionnent normalement ou non, sur la base des informations d'intensité, d'amplitude, de fréquence et de différence de temps entre la lumière de signal de supervision transmise et la lumière de signal de supervision reçue.

La figure 20 montre un répéteur d'amplification optique, qui peut être surveillé par la lumière de signal de supervision provenant d'un système de central final, dans le cinquième mode de réalisation préféré selon l'invention. Sur la figure 20, les mêmes pièces sont indiquées par les mêmes numéro de référence que ceux utilisés sur la figure 17 et les explications à ce sujet sont omises.

Un répéteur d'amplification optique 131 dans ce mode de réalisation est différent du répéteur d'amplification optique 121 sur la figure 17 en ce que les sélecteurs de mode optique 135a, 135b sont en outre 5 connectés en série aux atténuateurs optiques 124a, 124b et aux sélecteurs de mode optique 125a, 125b.

Dans cette configuration, plusieurs lumières de signal de supervision avec différentes longueurs d'onde peuvent être transférées et donc le répéteur 10 d'amplification optique 131 peut être surveillé plus en détail.

La figure 21 montre un répéteur d'amplification optique, qui peut être surveillé par la lumière de signal de supervision provenant d'un système de central 15 final, dans le sixième mode de réalisation préféré selon l'invention. Sur la figure 21, les mêmes pièces sont indiquées par les mêmes numéros de références que ceux utilisés sur la figure 17 et les explications à ce sujet sont omises.

20 Un répéteur d'amplification optique 141 dans ce mode de réalisation est différent du répéteur d'amplification optique 121 sur la figure 17 en ce que les atténuateurs optiques 124a, 124b sont connectés ensemble à travers un seul sélecteur de mode optique 25 125a.

Dans cette configuration, les deux lumières de signal de supervision montante et descendante peuvent être réfléchies en utilisant le seul sélecteur de mode optique 125a en commun. Donc, le nombre de composants 30 peut être réduit et le coût du système peut être réduit.

Avantages de l'invention :

Comme expliqué ci-dessus, dans le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision de l'invention, en divisant un signal optique par un coupleur optique, en réfléchissant seulement la lumière de signal de supervision par des moyens de réflexion de lumière et en la couplant à la ligne opposée, la lumière de signal de supervision peut être transférée sans affecter la lumière de signal principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique.

De plus, dans le répéteur d'amplification optique de l'invention, puisque le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision est prévu pour chacune des lignes de transmission à fibre optique montante et descendante et le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision se compose de deux coupleurs optiques montant et descendant, de moyens de réflexion de lumière prévus pour chaque port de sortie/entrée et d'un chemin de dérivation entre les coupleurs optiques, la surveillance peut être effectuée sans affecter la lumière de signal principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique. De plus, il n'est pas nécessaire d'élargir la bande de longueur d'onde d'amplification de l'amplificateur optique puisque la lumière de signal principal ne se détériore pas.

En outre, dans le système de supervision de l'invention, puisque le répéteur d'amplification optique avec le circuit de dérivation de lumière de signal de supervision ainsi composé est prévu sur la ligne de transmission à fibre optique, la surveillance dans le système de transmission à répétition optique peut être effectuée sans affecter la lumière de signal

principal à propager à travers la ligne de transmission à fibre optique.

De plus, puisqu'un sélecteur de mode à fibre optique comme moyen de réflexion de lumière peut avoir  
5 une bande de longueur d'onde de réflexion étroite, la lumière de signal de supervision peut se trouver proche de la lumière de signal principal. Donc, la bande de longueur d'onde d'amplification de l'amplificateur optique peut être rendue relativement étroite.

10 Bien que l'invention ait été décrite en se référant à un mode de réalisation spécifique pour une présentation complète est claire, les revendications ci-jointes ne doivent pas y être limitées, mais doivent être interprétées comme réalisant toutes les  
15 modifications et constructions alternatives qui peuvent apparaître à une personne compétente dans l'art et qui tombent à juste titre dans le cadre de l'enseignement de base exposé ici.

REVENDICATIONS

1. Circuit de dérivation de lumière de signal de supervision, comprenant :

un premier coupleur optique 2 x 2 prévu sur une première ligne de transmission à fibre optique ;

5 un deuxième coupleur optique 2 x 2 prévu sur une deuxième ligne de transmission optique à travers laquelle la lumière de signal circule dans la direction opposée à ladite première ligne de transmission optique ;

10 une troisième ligne de transmission optique qui est reliée à un port de sortie dudit premier coupleur optique et à un port de sortie dudit deuxième coupleur optique ;

15 des premiers moyens de réflexion qui sont prévus à un autre port de sortie dudit premier coupleur optique et ont une première longueur d'onde de réflexion ; et

des deuxièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un autre port de sortie dudit deuxième coupleur optique et ont une deuxième longueur d'onde de réflexion.

20 2. Circuit de dérivation de lumière de signal de supervision selon la revendication 1, dans lequel :

ladite troisième ligne de transmission optique est connectée de sorte que seule la lumière de signal avec une longueur d'onde coïncidant avec ladite première longueur d'onde de réflexion passe à travers ladite troisième ligne de transmission optique.

3. Circuit de dérivation de lumière de signal de supervision selon la revendication 1, dans lequel :

ladite troisième ligne de transmission optique est connectée de sorte que seule la lumière de signal avec une longueur d'onde coïncidant aussi bien avec ladite

première que ladite deuxième longueur d'onde de réflexion passe à travers ladite troisième ligne de transmission optique.

4.. Circuit de dérivation de lumière de signal de supervision selon la revendication 1, dans lequel :

lesdits premiers et deuxièmes moyens de réflexions sont chacun un sélecteur de mode à fibre optique.

5. Répéteur d'amplification optique, comprenant :

un premier circuit de dérivation de lumière de signal de supervision qui comprend un premier coupleur optique  $2 \times 2$  prévu sur une première ligne de transmission optique, un deuxième coupleur optique  $2 \times 2$  prévu sur une deuxième ligne de transmission optique à travers laquelle la lumière de signal circule dans la direction opposée à ladite première ligne de transmission optique, des premiers moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie dudit premier coupleur optique et ont une première longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée, et 15 des deuxièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie dudit deuxième coupleur optique et ont une deuxième longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée ;

un deuxième circuit de dérivation de lumière de signal de supervision qui comprend un troisième coupleur optique  $2 \times 2$  prévu sur ladite première ligne de transmission optique, un quatrième coupleur optique  $2 \times 2$  prévu sur ladite deuxième ligne de transmission optique, des troisièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie dudit troisième coupleur optique et ont ladite première longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée, et 30 des quatrièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un

port de sortie dudit quatrième coupleur optique et ont ladite deuxième longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée ;

des premier et deuxième amplificateurs optiques qui 5 sont prévus insérés dans lesdites première et deuxième lignes de transmission optique, respectivement, entre ledit premier circuit de dérivation de lumière de signal de supervision et ledit deuxième circuit de dérivation de lumière de signal de supervision ;

10 des premiers moyens de connexion pour se connecter entre un port de sortie dudit premier coupleur optique et un port de sortie dudit deuxième ou quatrième coupleur optique ; et

15 des deuxièmes moyens de connexion pour se connecter entre un port de sortie dudit troisième coupleur optique et un port de sortie dudit quatrième ou deuxième coupleur optique.

6. Répéteur d'amplification optique selon la revendication 5, dans lequel :

20 lesdits premiers et deuxièmes moyens de connexion, et lesdits premiers à quatrièmes moyens de réflexion sont prévus avec un atténuateur optique.

7. Système de supervision pour un système optique de transmission de répétition qui se compose d'un 25 système de central final optique pour transmettre/recevoir une lumière de signal, d'une première ligne de transmission optique qui se connecte à ledit système de central final optique, d'une deuxième ligne de transmission optique dont la lumière de signal est 30 transmise dans la direction opposée à ladite première ligne de transmission optique, et d'au moins un répéteur d'amplification optique avec une paire d'amplificateurs optiques pour amplifier la lumière de

signal à transmettre à travers lesdites première et deuxième lignes de transmission optique, ledit répéteur d'amplification optique étant disposé sur lesdites première et deuxième lignes de transmission optique,  
5 dans lequel :

ledit système de central final optique comprend un émetteur optique pour sortir une lumière de signal principal, un récepteur optique pour recevoir la lumière de signal de ladite deuxième ligne de  
10 transmission optique, un circuit de supervision de ligne de transmission pour transmettre/ recevoir la lumière de signal de supervision, des moyens de multiplexage optique pour multiplexer ladite lumière de signal principal et ladite lumière de signal de supervision et les envoyer à ladite première ligne de transmission optique, et des moyens de démultiplexage optique pour démultiplexer ladite lumière de signal principal et ladite lumière de signal de supervision reçues de la deuxième ligne de transmission optique ;  
15  
20 ledit répéteur d'amplification optique comprend un circuit de dérivation de lumière de signal de supervision pour dériver une partie de ladite lumière de signal de supervision de ladite première ligne de transmission optique vers ladite deuxième ligne de transmission optique ; et

ledit circuit de supervision de ligne de transmission dudit système de central final optique reçoit ladite lumière de signal de supervision renvoyée à partir de ladite deuxième ligne de transmission  
30 optique à travers ledit circuit de dérivation de lumière de signal de supervision dudit répéteur d'amplification optique, et surveille les première et deuxième lignes de transmission optique sur la base des

informations d'intensité, d'amplitude, de phase, de fréquence ou de différence de temps entre ladite lumière de signal de supervision transmise à partir dudit système de central final optique et ladite 5 lumière de signal de supervision reçue.

8. Système de supervision selon la revendication 7, dans lequel :

10 ledit circuit de dérivation de lumière de signal de supervision dudit répéteur d'amplification optique sert à dériver une partie de lumière rétrodiffusée à générer quand ladite lumière de signal de supervision se propage à travers la ligne de transmission optique.

9. Système de supervision selon la revendication 7, dans lequel :

15 ledit circuit de dérivation de lumière de signal de supervision comprend :

un premier coupleur optique 2 x 2 prévu sur ladite première ligne de transmission optique ;

20 un deuxième coupleur optique 2 x 2 prévu sur ladite deuxième ligne de transmission optique ;

une troisième ligne de transmission optique reliée à un port de sortie dudit premier coupleur optique et à un port de sortie dudit deuxième coupleur optique ;

25 des premiers moyens de réflexion qui sont prévus à un autre port de sortie dudit premier coupleur optique et ont une première longueur d'onde de réflexion ; et

des deuxièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un autre port de sortie dudit deuxième coupleur optique et ont une deuxième longueur d'onde de réflexion.

30 10. Système de supervision selon la revendication 7, dans lequel :

ledit circuit de dérivation de lumière de signal de supervision comprend :

un premier circuit de dérivation de lumière de signal de supervision qui comprend un premier coupleur optique 2 x 2 prévu sur une première ligne de transmission optique, un deuxième coupleur optique 5 2 x 2 prévu sur une deuxième ligne de transmission optique à travers laquelle la lumière de signal circule dans la direction opposée à la première ligne de transmission optique, des premiers moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie dudit premier 10 coupleur optique et ont une première longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée, et des deuxièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie dudit deuxième coupleur optique et ont une deuxième longueur d'onde de réflexion et sont 15 prévus avec une charge adaptée ;

un deuxième circuit de dérivation de lumière de signal de supervision qui comprend un troisième coupleur optique 2 x 2 prévu sur ladite première ligne de transmission optique, un quatrième coupleur optique 20 2 x 2 prévu sur ladite deuxième ligne de transmission optique, des troisièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie dudit troisième coupleur optique et ont ladite première longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée, et 25 des quatrièmes moyens de réflexion qui sont prévus à un port de sortie dudit quatrième coupleur optique et ont ladite deuxième longueur d'onde de réflexion et sont prévus avec une charge adaptée ;

des premier et deuxième amplificateurs optiques qui 30 sont prévus insérés dans lesdites première et deuxième lignes de transmission optique, respectivement, entre ledit premier circuit de dérivation de lumière de

signal de supervision et ledit deuxième circuit de dérivation de lumière de signal de supervision ;

des premiers moyens de connexion pour se connecter entre un port de sortie dudit premier coupleur optique  
5 et un port de sortie dudit quatrième coupleur optique ;  
et

des deuxièmes moyens de connexion pour se connecter entre un port de sortie dudit troisième coupleur optique et un port de sortie dudit deuxième coupleur optique.  
10

11. Système de supervision selon la revendication 9, dans lequel :

ladite troisième ligne de transmission optique, lesdits premiers et deuxièmes moyens de connexion, et  
15 lesdits premiers à quatrièmes moyens de réflexion sont prévus avec un atténuateur optique.

12. Système de supervision selon la revendication 10, dans lequel :

ladite troisième ligne de transmission optique, lesdits premiers et deuxièmes moyens de connexion, et  
20 lesdits premiers à quatrièmes moyens de réflexion sont prévus avec un atténuateur optique.

13. Répéteur d'amplification optique pour recevoir une lumière de signal de supervision transmise à  
25 travers une première ligne de transmission à partir d'un système de central final et pour renvoyer la lumière de signal de supervision à travers une deuxième ligne de transmission opposée, comprenant :

des moyens pour amplifier la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision transmises à travers ladite première ligne de transmission à partir dudit système de central final ;  
30

des moyens pour diviser une partie de ladite lumière de signal principal et de ladite lumière de signal de supervision amplifiées par lesdits moyens d'amplification ;

5 des moyens pour atténuer ladite lumière de signal principal et ladite lumière de signal de supervision divisées par lesdits moyens de division ;

des moyens pour transmettre et diffuser seulement ladite lumière de signal principal atténuée par lesdits moyens d'atténuation et pour réfléchir seulement ladite lumière de signal de supervision ; et

10 des moyens pour coupler ladite lumière de signal de supervision réfléchie par lesdits moyens de réflexion à ladite deuxième ligne de transmission opposée à ladite première ligne de transmission et pour renvoyer ladite lumière de signal de supervision audit système de central final.

14. Répéteur d'amplification optique selon la revendication 13, dans lequel :

20 lesdits moyens de réflexion se composent de plusieurs moyens de diffraction avec différentes bandes de longueur d'onde de réflexion qui sont connectés en série.

25 15. Répéteur d'amplification optique selon la revendication 13, dans lequel :

lesdits moyens de division et lesdits moyens de couplage sont chacun composé d'un coupleur optique 2 x 2, ledit coupleur optique 2 x 2 étant connecté ensemble par un port d'entrée/sortie auquel sont 30 connectés lesdits moyens d'atténuation et lesdits moyens de réflexion.

16. Répéteur d'amplification optique pour recevoir la lumière de signal de supervision transmise à travers

une première ligne de transmission provenant d'un système de central final et pour renvoyer la lumière de signal de supervision à travers une deuxième ligne de transmission opposée à ladite première ligne de transmission, comprenant :

des premiers et deuxièmes moyens d'amplification pour amplifier la lumière de signal principal et la lumière de signal de supervision transmises à travers lesdites première et deuxième lignes de transmission à partir dudit système de central final ;

des premiers et deuxièmes moyens de division/ couplage pour diviser/ coupler la lumière de signal, lesdits premiers et deuxièmes moyens de division/ couplage étant lesdites première et deuxième lignes de transmission ;

des première et deuxième lignes de lumière de signal se connectant entre lesdits premiers et deuxièmes moyens de division/ couplage ; et

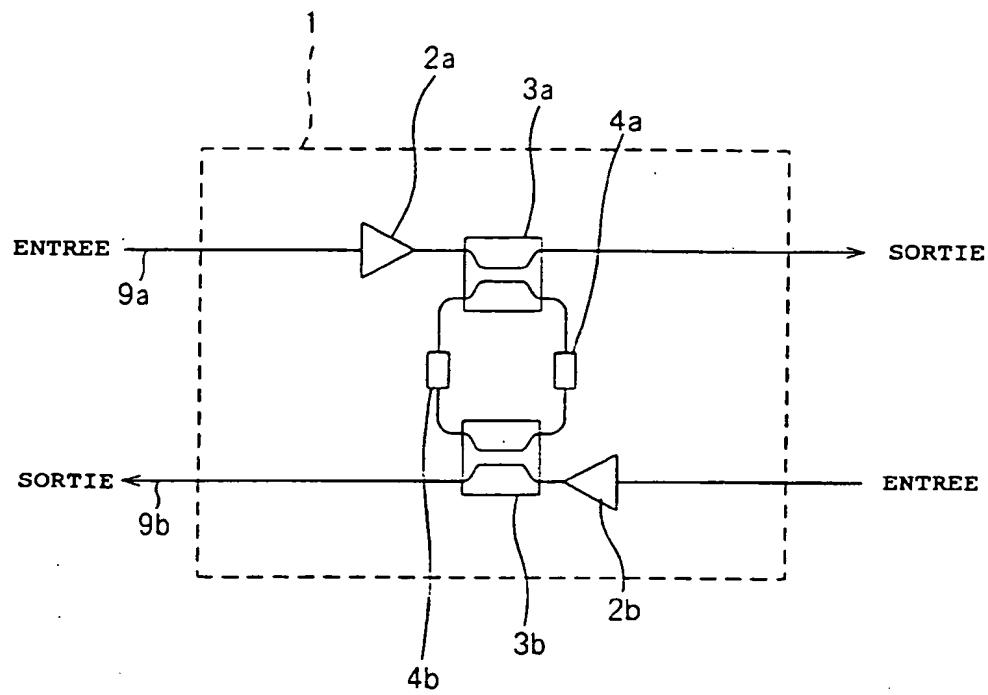
des moyens de transmission et de réflexion pour transmettre ladite lumière de signal principal et pour réfléchir ladite lumière de signal de supervision, lesdits moyens de transmission et de réflexion étant prévus sur ladite première ligne de lumière de signal.

17. Procédé de supervision pour transmettre la lumière de signal de supervision à partir d'un système de central final à travers une première ligne de transmission à un répéteur d'amplification optique et pour surveiller ledit répéteur d'amplification optique sur la base de la lumière de signal de supervision renvoyée audit système de central final à travers une deuxième ligne de transmission opposée à ladite première ligne de transmission, comprenant les étapes consistant à :

- multiplexer la lumière de signal de supervision modulée par une modulation quelconque parmi la modulation d'intensité optique, la modulation de fréquence optique et la modulation de phase optique 5 avec la lumière de signal principal transmise à ladite première ligne de transmission ;
- transmettre ladite lumière de signal de supervision et ladite lumière de signal principal multiplexées audit répéteur d'amplification optique à travers ladite 10 première ligne de transmission ;
- extraire seulement ladite lumière de signal de supervision par ledit répéteur d'amplification optique et multiplexer ladite lumière de signal de supervision avec ladite lumière de signal principal qui se propage 15 à travers ladite deuxième ligne de transmission ;
- démultiplexer ladite lumière de signal de supervision et ladite lumière de signal principal transmises à travers ladite deuxième ligne de transmission ; et
- 20 surveiller ledit répéteur d'amplification optique sur la base des informations d'intensité, d'amplitude, de phase, de fréquence ou de différence de temps de ladite lumière de signal de supervision divisée.

1120

FIG. 1



2/20

FIG.2

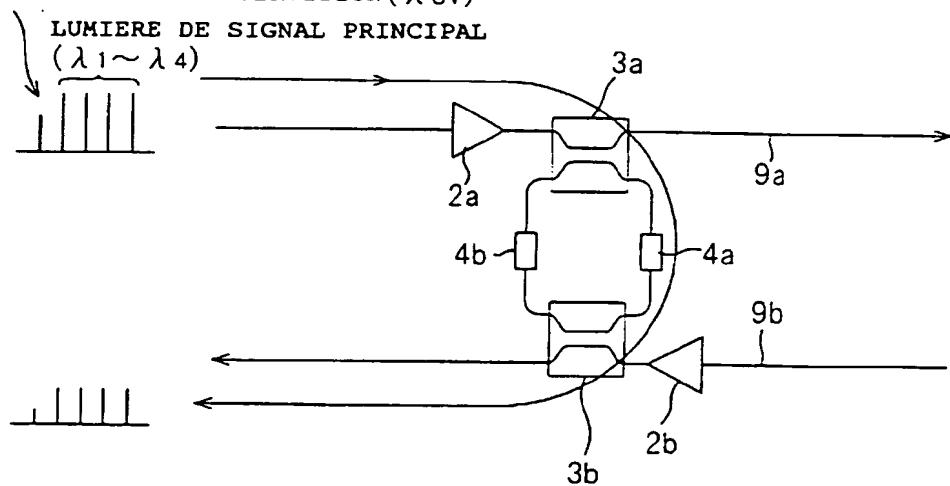
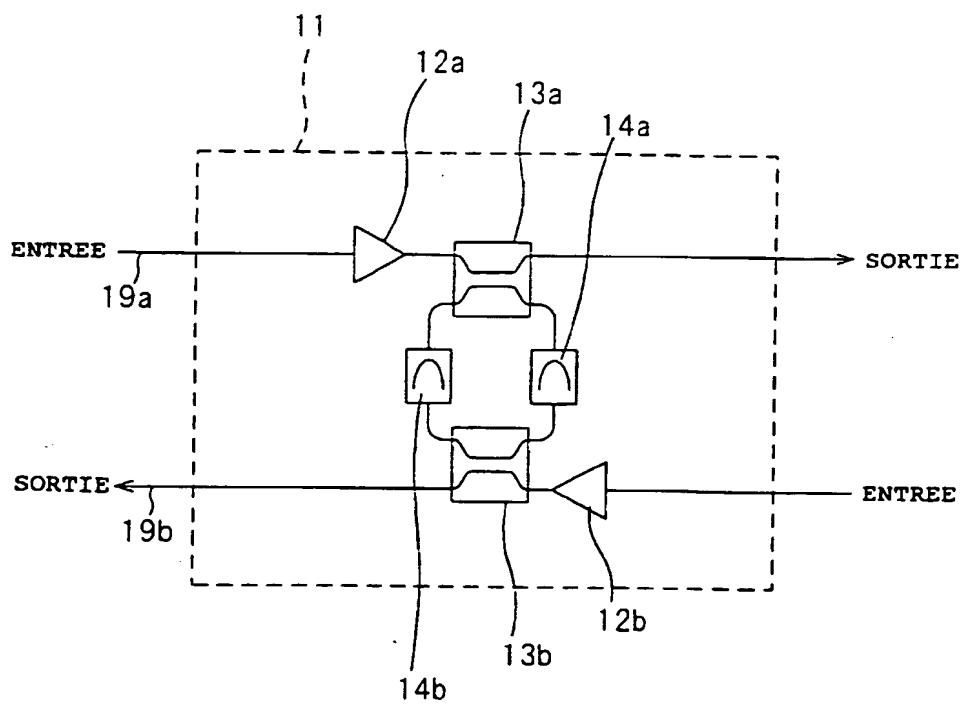
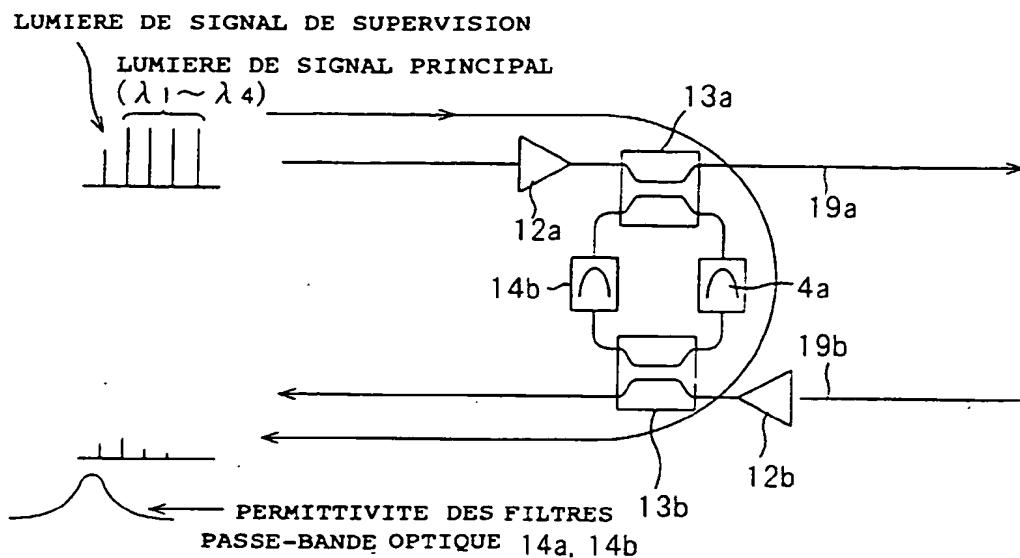
LUMIERE DE SIGNAL DE SUPERVISION ( $\lambda_{SV}$ )

FIG.3



3/20

FIG.4



4/20

FIG. 5A

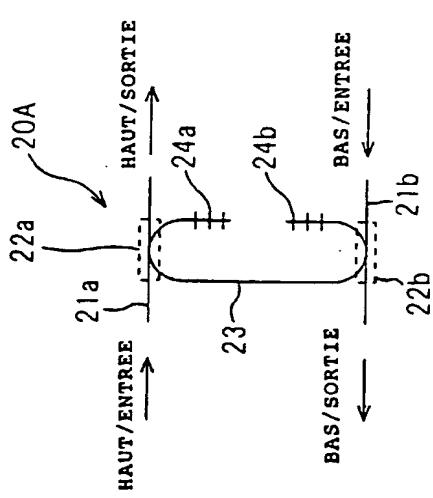


FIG. 5B

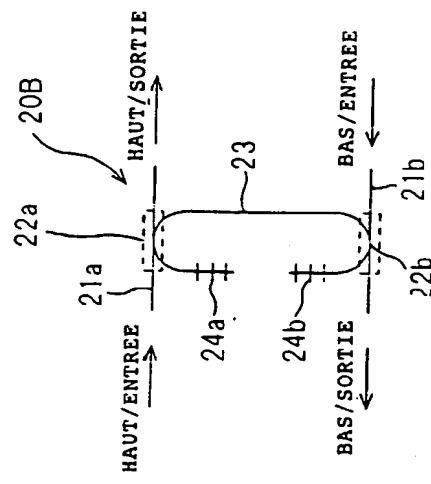


FIG. 5C

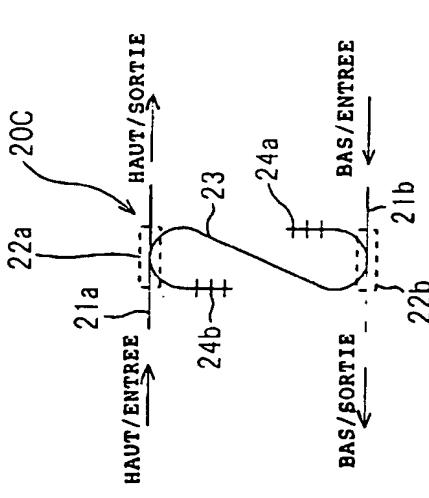


FIG. 5D

5 / 20

FIG. 6A

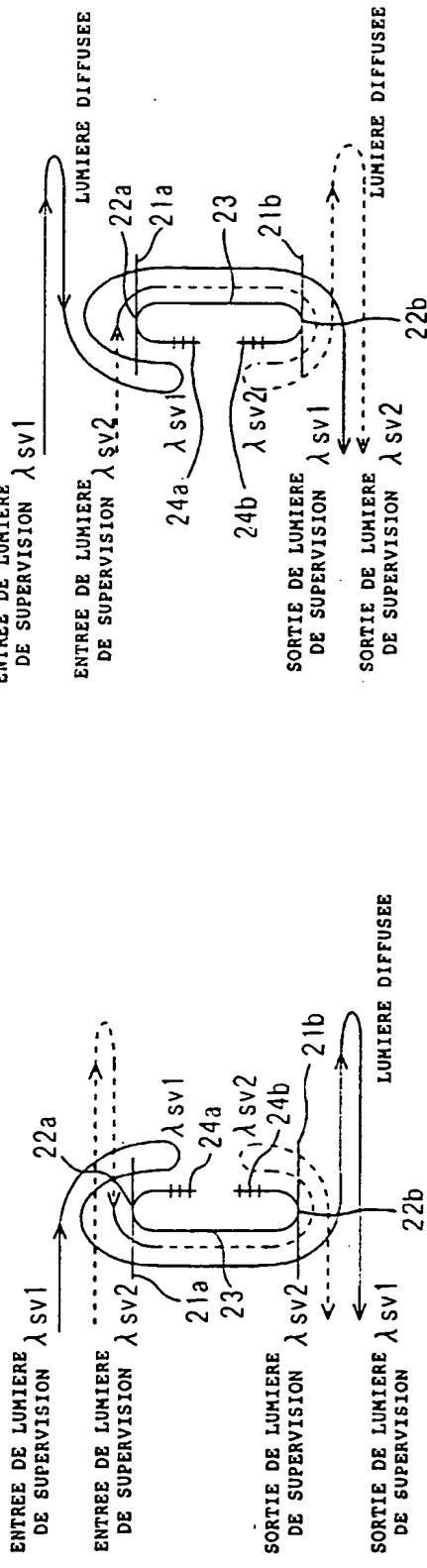


FIG. 6C

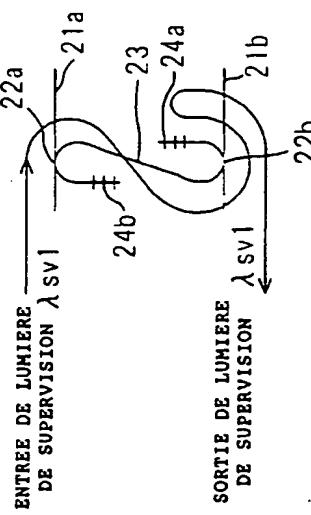


FIG. 6D

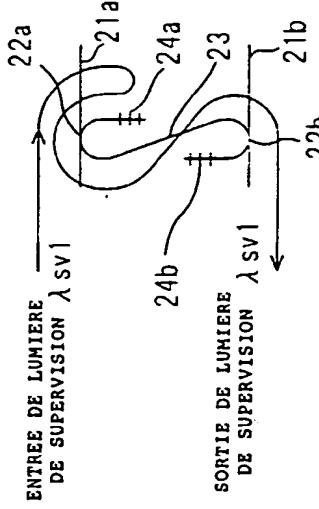
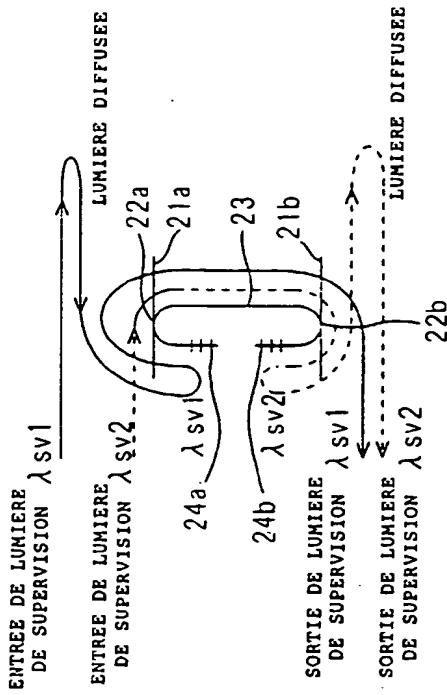
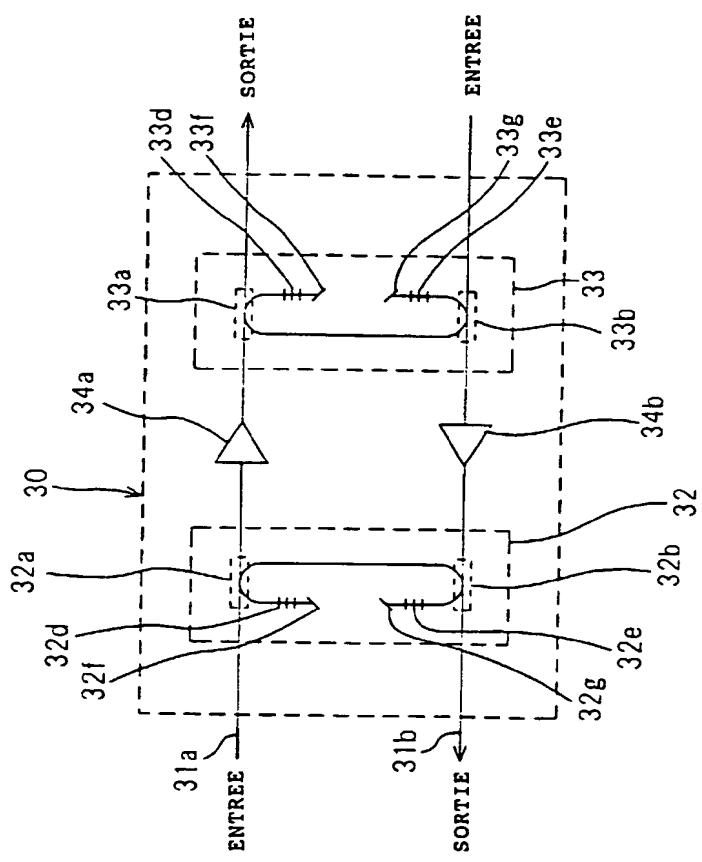


FIG. 6B



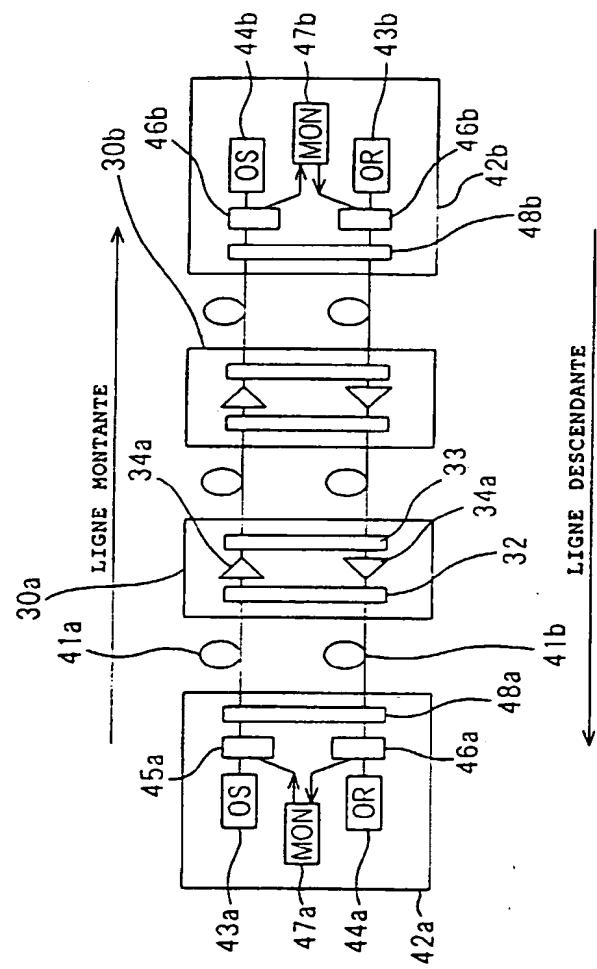
6/20

FIG. 7



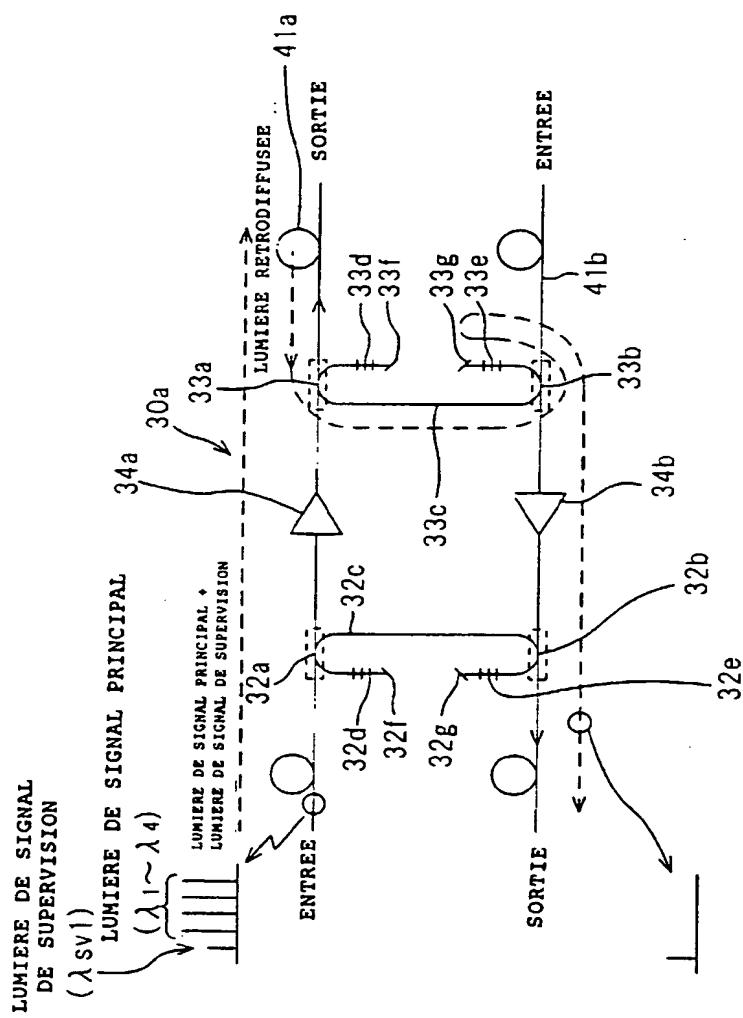
7/20

FIG.8



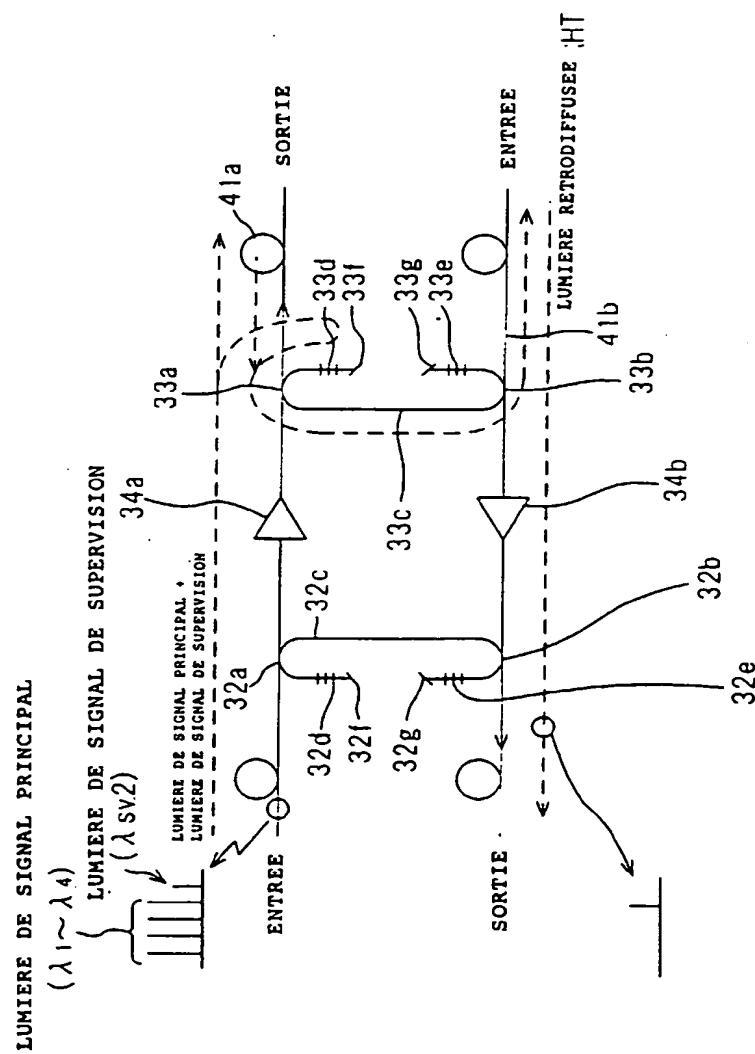
8/20

## FIG. 9



9 / 20

FIG. 10



10/20

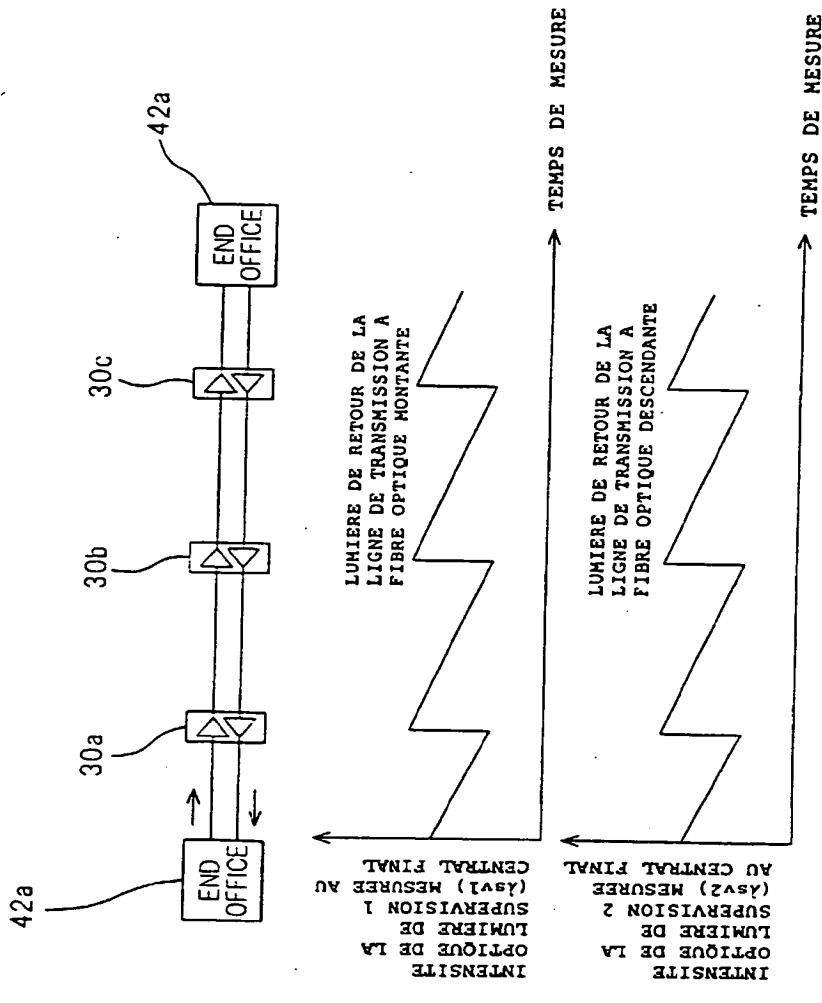


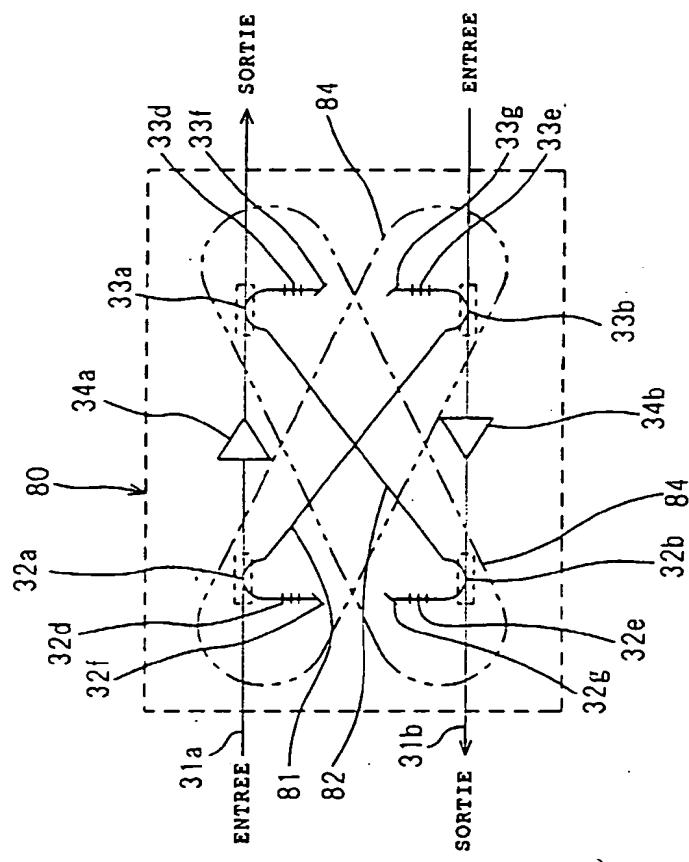
FIG. 11A

FIG. 11B

FIG. 11C

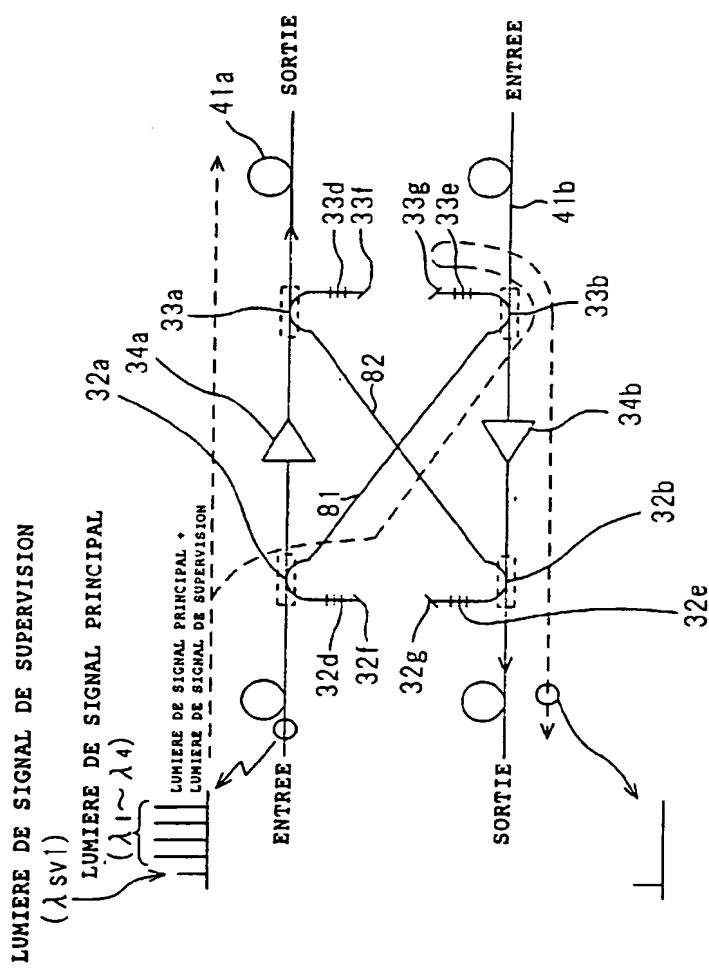
11/20

FIG. 12



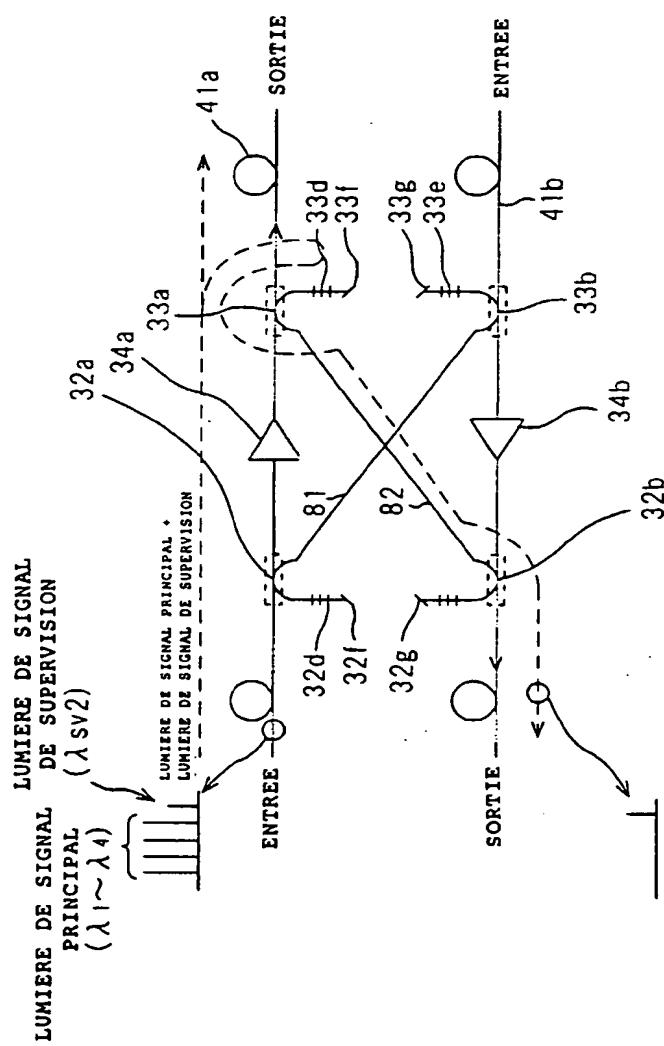
12/20

FIG. 13



13/20

FIG. 14



14 / 20

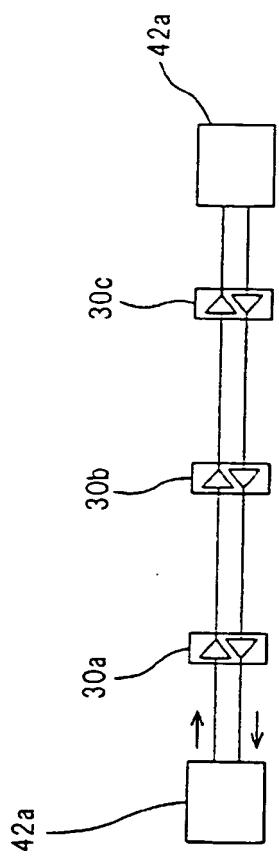


FIG. 15A

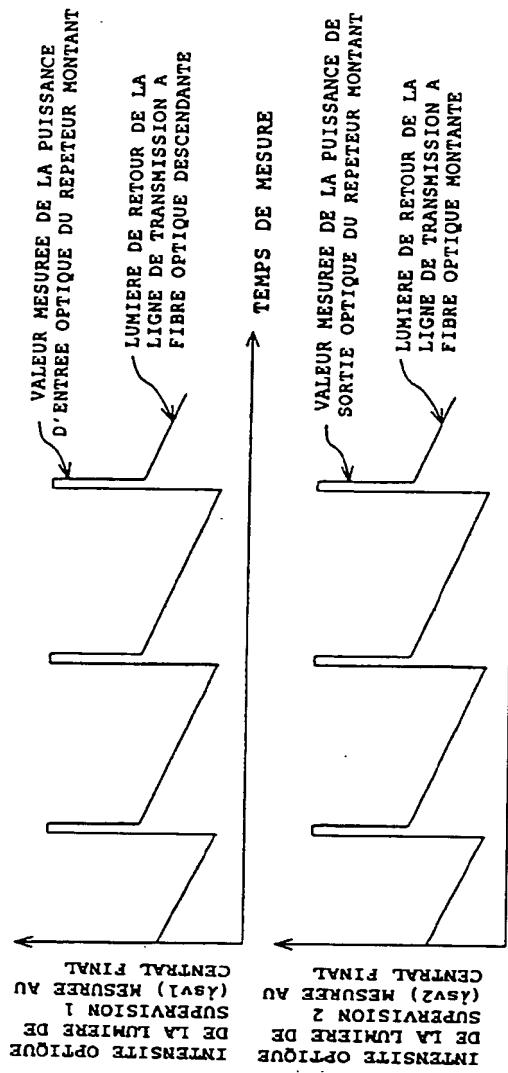
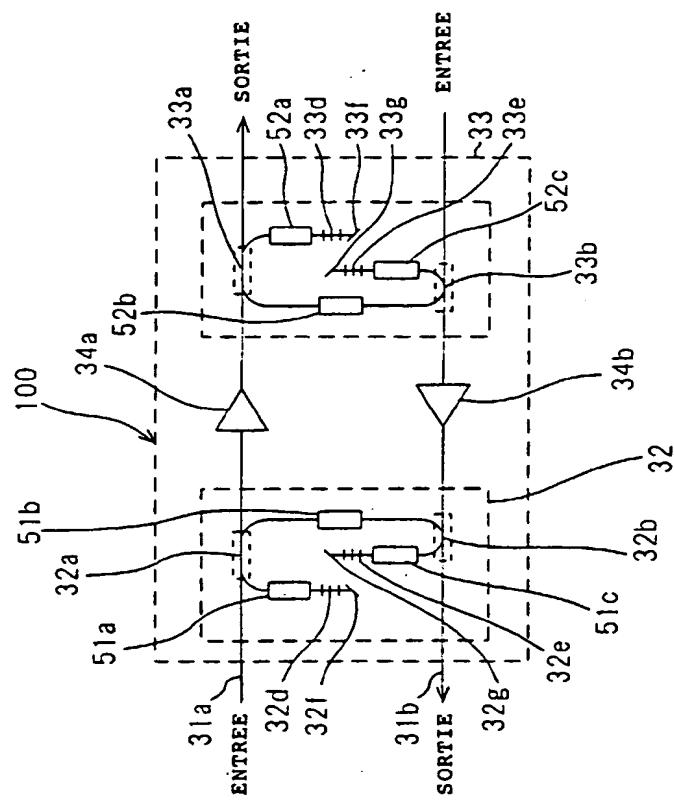


FIG. 15B

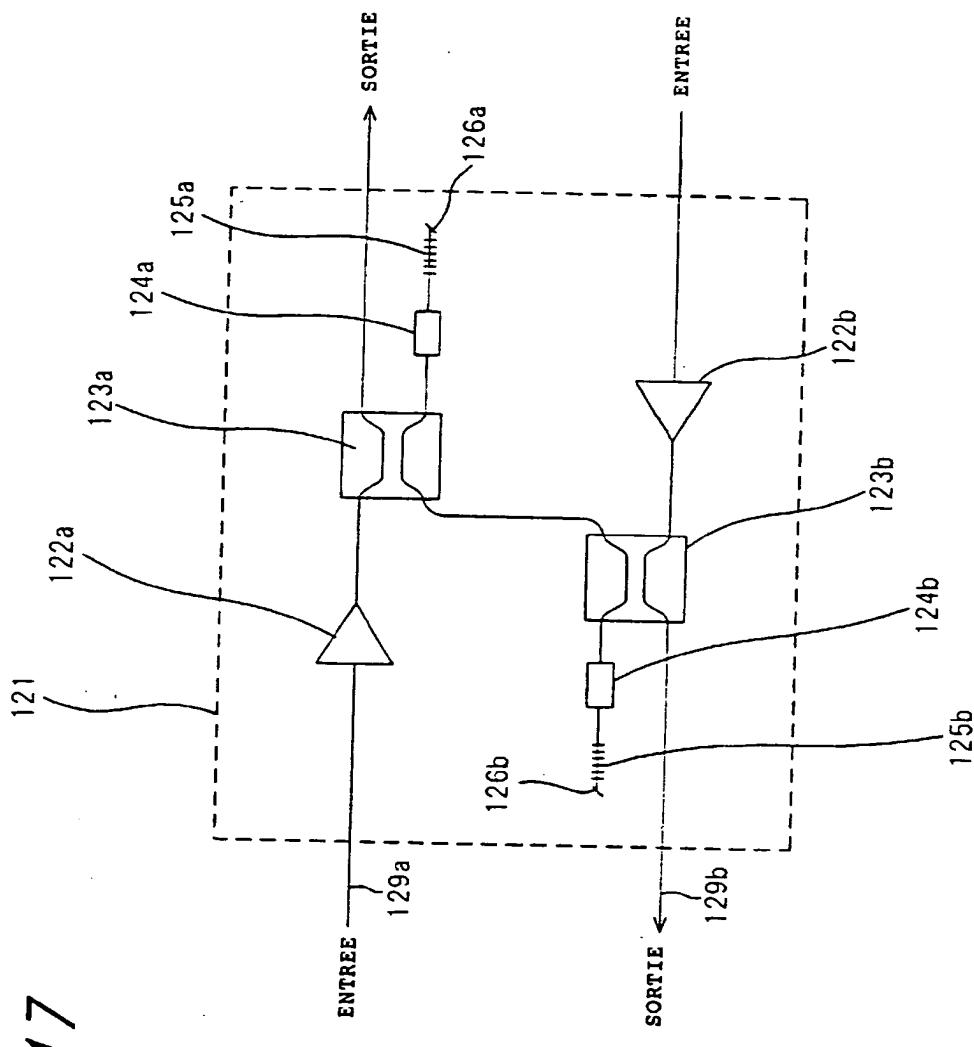
FIG. 15C

15/20

FIG. 16

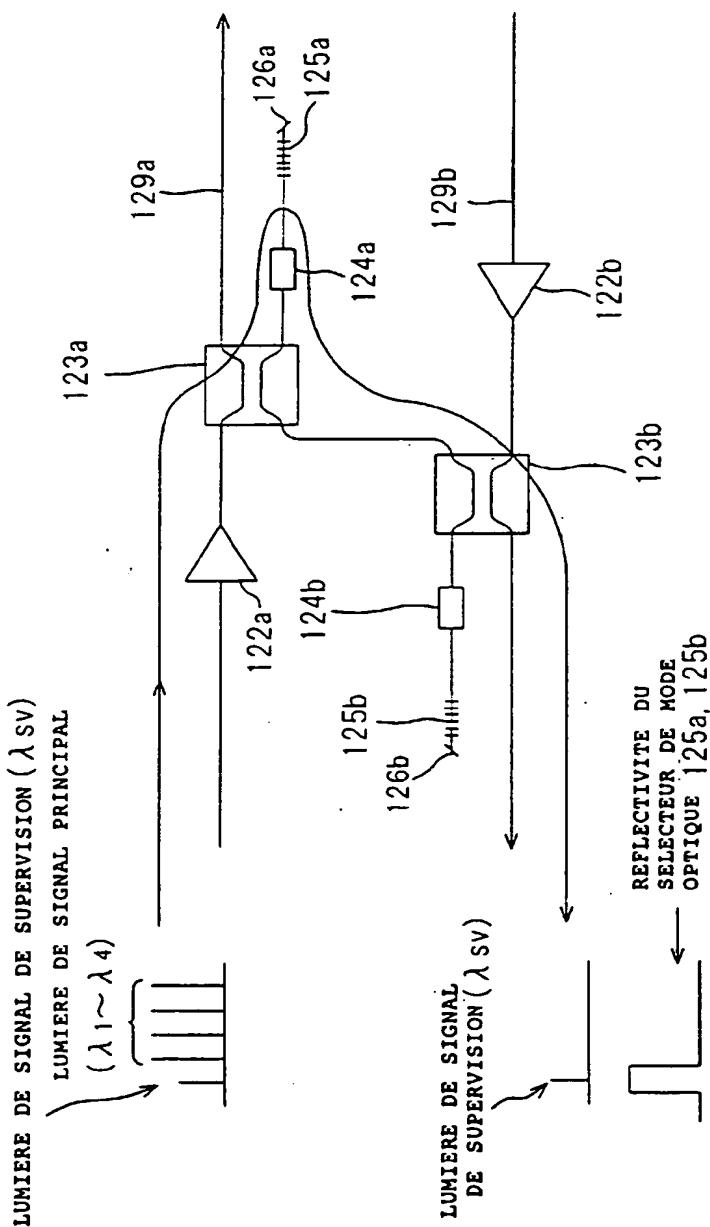


16 / 20



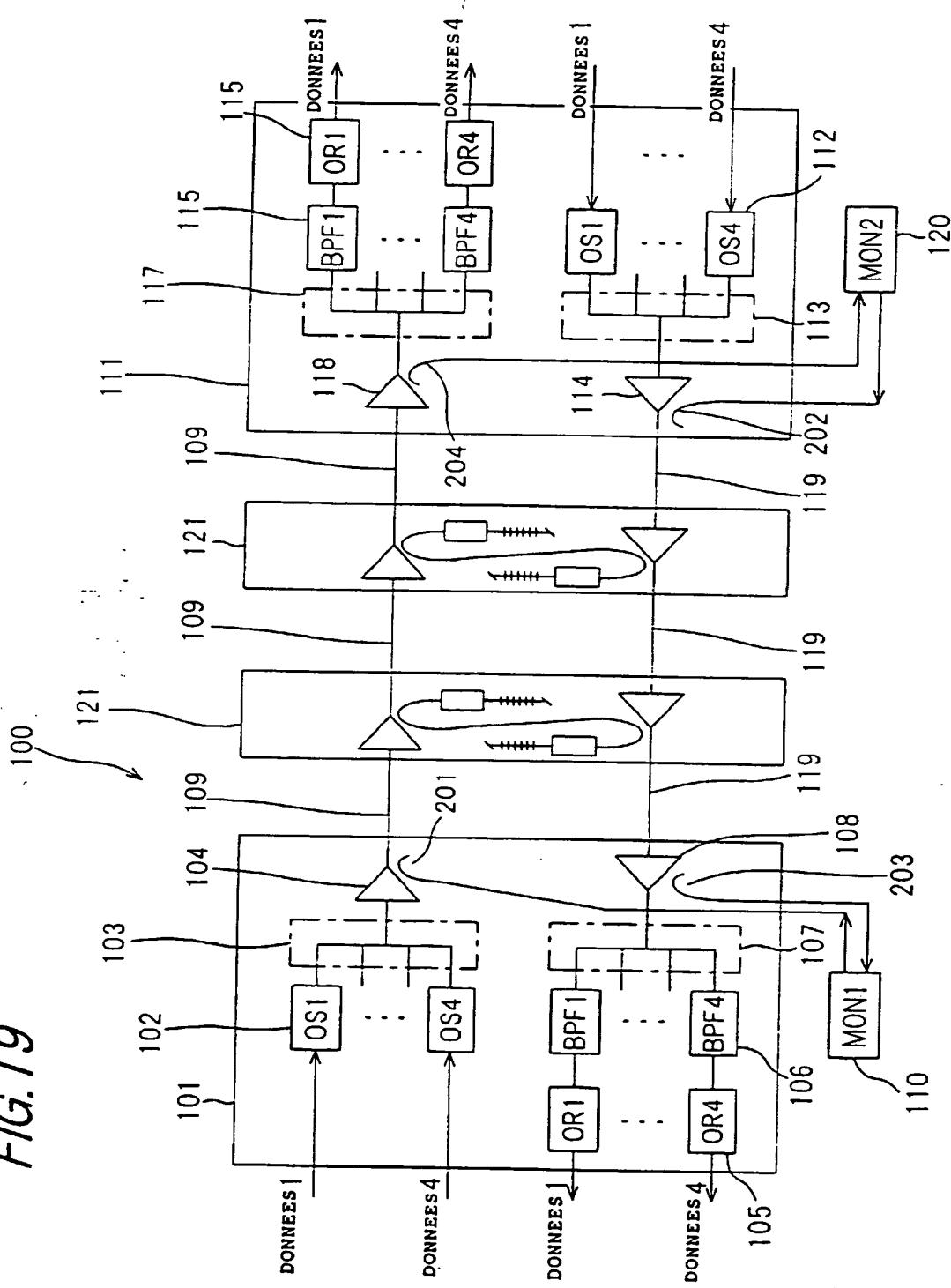
17/20

FIG. 18

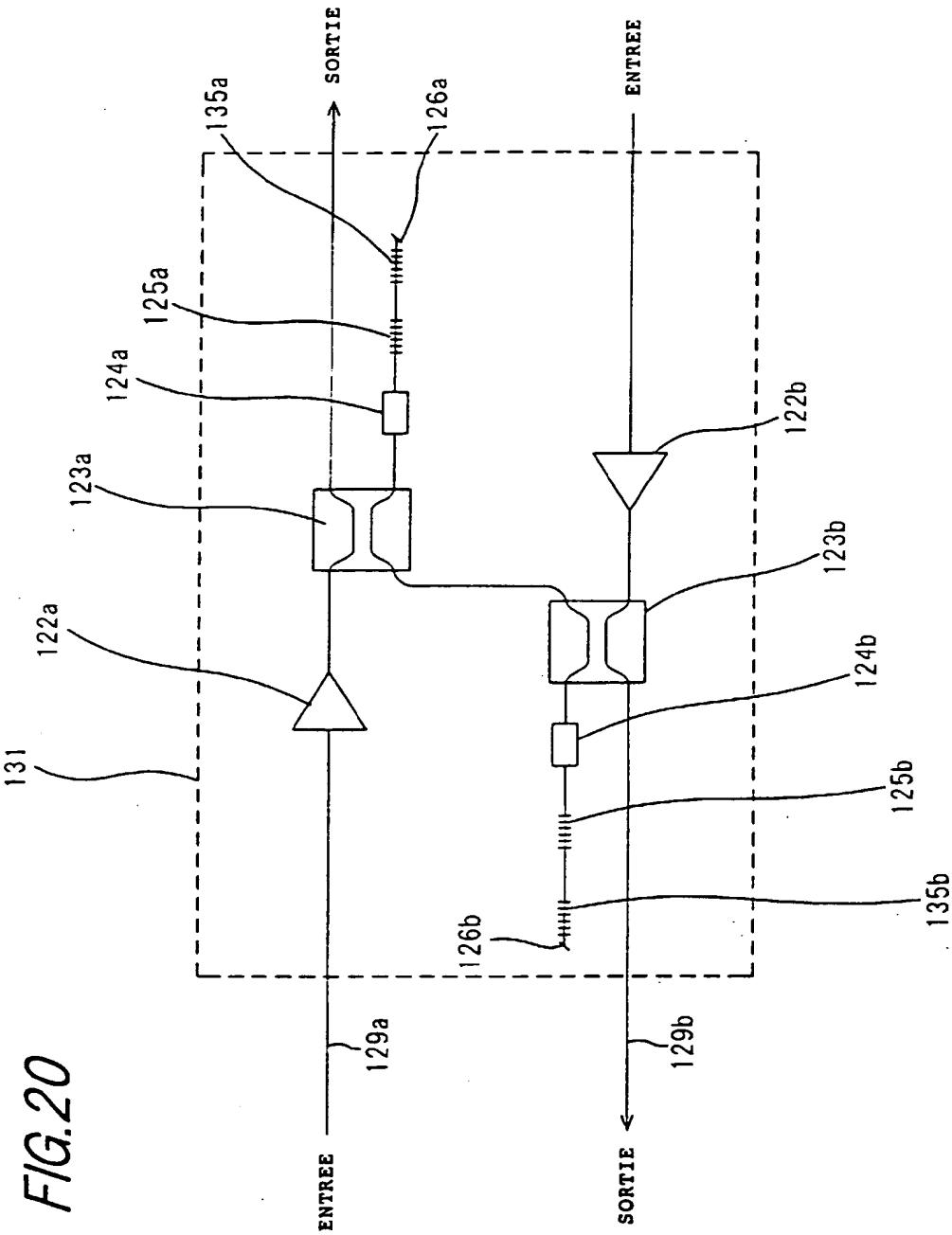


18/20

FIG. 19



19/20



20/20

